Guglielmo Marconi

Scritti di Guglielmo Marconi

QUESTO E-BOOK:

TITOLO: Scritti di Guglielmo Marconi
AUTORE: Marconi, Guglielmo
TRADUTTORE:
CURATORE:
NOTE:

TRATTO DA: Scritti di Guglielmo Marconi / Guglielmo Marconi. - Roma : Reale Accademia d'Italia, 1941. - LIX, 468 p. ; 25 cm.

CODICE ISBN: non disponibile

1a EDIZIONE ELETTRONICA DEL: 17 febbraio 2011

INDICE DI AFFIDABILITA': 1
  0: affidabilità bassa
  1: affidabilità media
  2: affidabilità buona
  3: affidabilità ottima

Guglielmo Marconi

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI

ROMA
REALE ACCADEMIA D'ITALIA
1941-XIX

LA TELEGRAFIA SENZA FILI[1]

La «telegrafia senza fili» o telegrafia attraverso lo spazio senza fili di connessione è argomento che ha suscitato molta attenzione fin da quando furono resi noti i risultati delle prime esperienze da me effettuate in questo paese. Non mi propongo questa sera di esporre le mie idee o di discutere la teoria del sistema sulla cui base ho fatto tante prove, e grazie al quale io ho realizzato vari impianti. Vorrei invece sottoporvi notizie precise intorno a quanto è stato fatto da me e dai miei collaboratori in questi ultimi dodici mesi, nonchè alcuni dati sicuri relativi ai mezzi da me impiegati per ottenere tali risultati. Molto si è scritto su questo argomento, con maggiore o minore esattezza, e non credo che alcuno dei presenti sia completamente all'oscuro delle caratteristiche generali del sistema.

Prima di addentrarmi nella mia esposizione desidero dichiarare che ogni successo da me conseguito nella pratica applicazione della telegrafia senza fili è dovuto

[1] Conferenza pronunziata da GUGLIELMO MARCONI il 2 marzo 1899 ad una riunione della Institution of the Electrical Engineers a Londra.

in molta parte alla preziosa collaborazione dei miei assistenti.

Credo, innanzi tutto, opportuno descrivere brevemente gli apparecchi.

Trasmettitore. – Se si vogliono superare grandi distanze e se non è necessario che i segnali siano trasmessi in una sola direzione definita, io utilizzo per la trasmissione un dispositivo, illustrato dalla figura 1, nel quale due piccole sfere, connesse agli estremi del secondario di una bobina di induzione, sono collegate rispettivamente l'una alla terra e l'altra ad un conduttore verticale W, che chiamerò aereo.

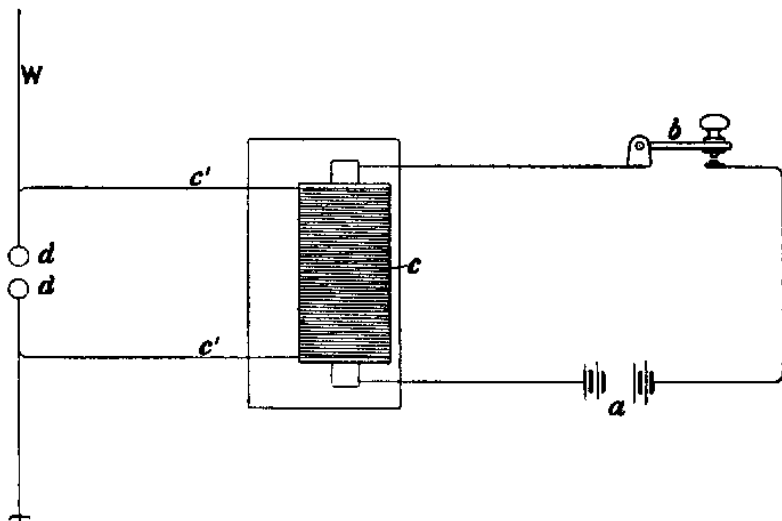



Fig. 1.

Se invece è necessario dirigere il fascio dei raggi in una data direzione io preferisco far uso di un dispositivo

simile all'oscillatore di Righi, posto lungo la linea focale di un adatto riflettore parabolico cilindrico *f* (fig. 6).

Il trasmettitore funziona nel seguente modo: Quando si preme il tasto *b*, la corrente della batteria aziona il rocchetto *c*, che carica le sfere dell'oscillatore di Righi o il conduttore verticale W, che si scarica a sua volta attraverso lo spinterometro.

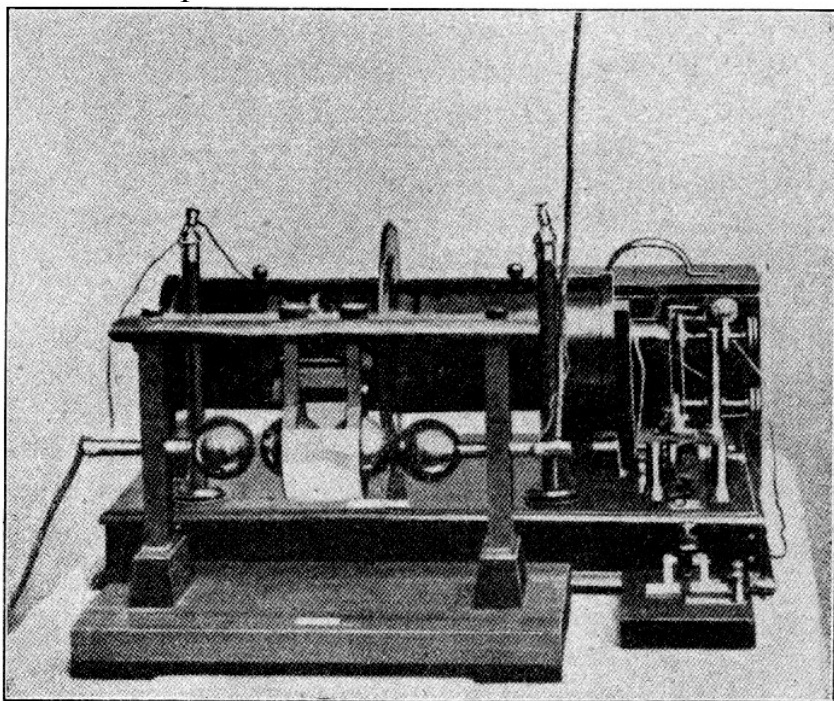



Fig. 2.

La scarica è oscillante, e il sistema delle sfere e il conduttore isolato si comportano come un radiatore di onde elettriche. Come è facile comprendere, abbassando

il tasto per intervalli brevi o lunghi, si possono emettere brevi o lunghe successioni di onde, che, influenzando il ricevitore, producono in esso, secondo la loro durata, degli effetti brevi o lunghi, permettendo in questo modo la riproduzione dei segnali Morse o altri segnali emessi dalla stazione trasmittente.

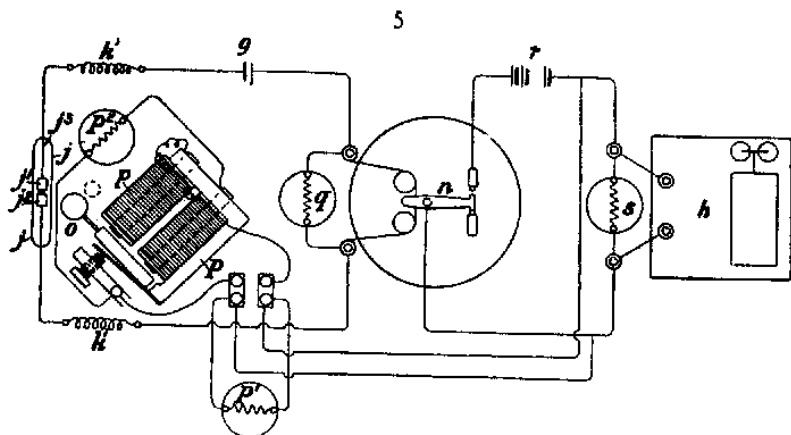



Fig. 3.

Ricevitore. – Uno degli elementi principali del mio ricevitore è il tubo sensibile o coesore, scoperto, credo di aver ragione nell'asserirlo, dal prof. Calzecchi-Onesti di Fermo[2], perfezionato da Branly e modificato da Lodge e da altri. L'unico tipo di coesore, che io ho potuto trovar sicuro ed efficiente per le trasmissioni a grande distanza, è quello progettato da me e illustrato nella figura 3.

---

[2] V. «Nuovo Cimento», serie 3ª, vol. XVII, gennaio-febbraio 1895 e gennaio-febbraio 1896.

Esso consiste in un piccolo tubo di vetro, lungo 4 centimetri, nel quale vengono introdotti e fissati due poli metallici j^1 e j^2. Questi poli sono separati l'uno dall'altro da un piccolo spazio, parzialmente riempito da una miscela di limatura di nickel e di argento. Questo coesore è inserito in un circuito di cui fan parte una pila ed un relé telegrafico sensibile, inserito a sua volta in un altro circuito di cui fan parte un vibratore o «decoesore» *p* ed un apparato registratore *h*.

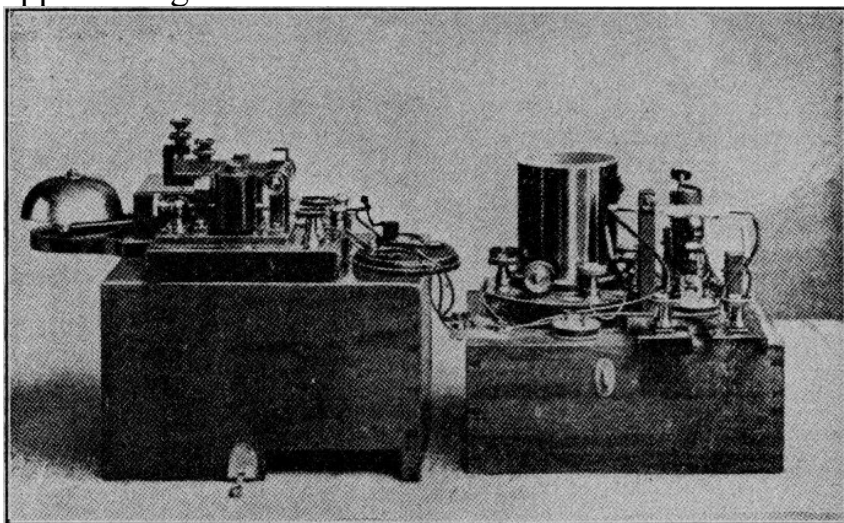



Fig. 4.

In condizioni normali la resistenza della limatura nel tubo *j* è infinita, o, in ogni caso, molto grande, ma se detta limatura viene sottoposta all'azione di onde elettriche o impulsi, si produce in essa istantaneamente un fenomeno di coesione e la resistenza si abbassa a 100-500

ohm. Ciò permette alla corrente della pila *g* di azionare il relé *n*.

Un estremo del tubo è connesso alla terra, l'altro ad un conduttore verticale simile a quello del trasmettitore (fig. 1). Se si adoperano invece i riflettori, una corta striscia di rame è connessa a ciascun estremo (fig. 6). La

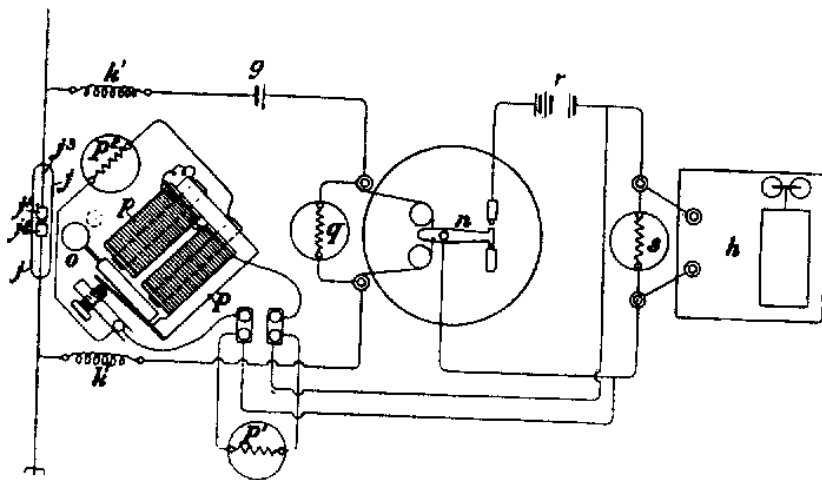



Fig. 5.

lunghezza di queste striscie deve essere determinata con esattezza giacchè buoni risultati non possono esser ottenuti se le loro dimensioni non sono tali da produrre l'esatta sintonia o accordo con le oscillazioni trasmesse.

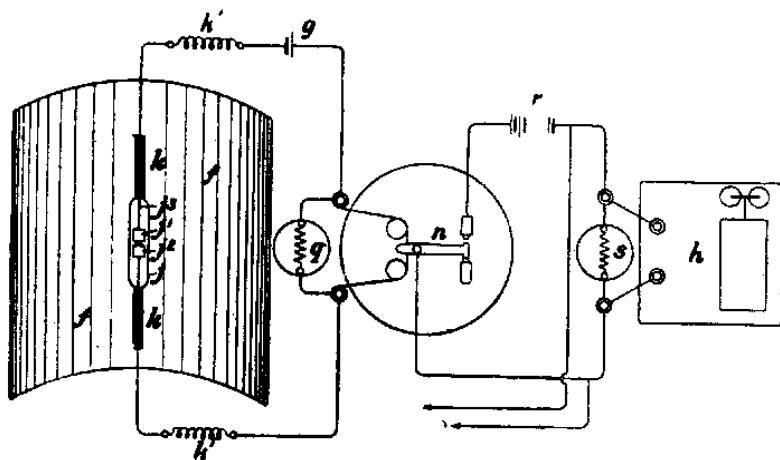



Fig. 6.

Tutti i dispositivi elettro-magnetici del ricevitore hanno in parallelo resistenze anti-induttive in modo che non vi siano scintille sui contatti e brusche perturbazioni o impulsi prodotti dalla corrente della batteria locale in prossimità del coesore.

Ho constatato che se mancano tali resistenze, si hanno disturbi, che impediscono al coesore di riacquistare la sua sensibilità dopo la ricezione delle oscillazioni elettriche.

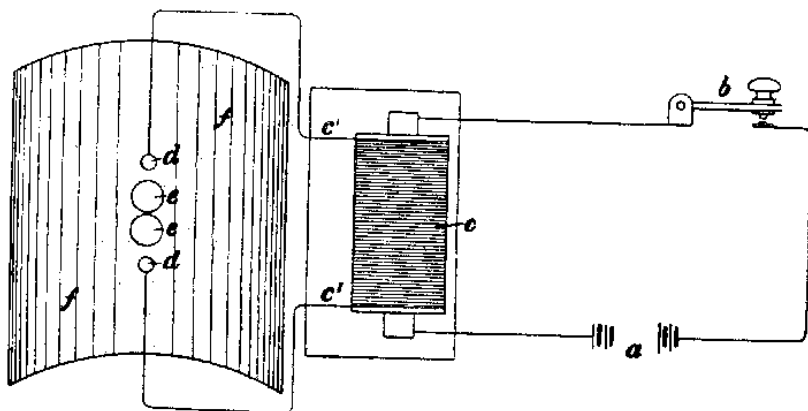



Fig. 7.

Tale inconveniente non si produce se si utilizzano tali resistenze, ed attribuisco, in molta parte, all'azione di esse, i successi conseguiti con questo sistema.

Tra il coesore ed il relé sono inserite due piccole induttanze di blocco *k'* e *k'*. Esse obbligano la corrente oscillante, dovuta alle onde elettriche, a traversare il coherer anzichè consumare la propria energia nel traversare il circuito dell'avvolgimento del relé che è chiuso per la corrente alternativa.

Le oscillazioni indotte dalla radiazione proveniente dall'oscillatore sulle striscie *k k* o sul conduttore aereo W, che si comporta come un risonatore, agiscono sul tubo sensibile. Tale azione consiste, come ho detto, nell'aumentare considerevolmente la conduttività del tubo; così il circuito viene ad essere chiuso e la corrente della pila fa funzionare il relé.

A sua volta il relé fa passare la corrente di un'altra batteria *r* più grande attraverso il martelletto o interruttore *r* e attraverso gli elettro-magneti dell'apparecchio registratore *h*.

Il martelletto o vibratore è disposto in modo da battere sul tubo e scuotere la limatura in esso contenuta. Se, nell'istante in cui han luogo queste varie operazioni, le oscillazioni elettriche sul risonatore sono cessate, l'urto o la scossa data al tubo dal martelletto o riporterà la limatura al suo stato normale di alta resistenza, e l'apparecchio registratore segnerà un punto sulla striscia; ma se le oscillazioni continuano a brevi intervalli, la conduttività acquisita dal tubo *j* verrà interrotta solo per un istante dalla percussione del vibratore e immediatamente ristabilita dalle onde elettriche; quindi l'apparecchio telegrafico funzionerà nuovamente e così di seguito fin quando dureranno le oscillazioni emesse dal radiatore.

Il risultato pratico è che il ricevitore funziona fin che vien abbassato il tasto nella stazione trasmittente. Per ogni segnale anche breve, le armature del relé e il martelletto entrano in rapide vibrazioni dipendenti l'una dall'altra. Infatti è il relé che, entrando in funzione, fa funzionare il martelletto, ma questo con la sua azione interrompe il relé.

L'armatura del registratore Morse è piuttosto pesante ed ha una inerzia relativamente considerevole; essa non può quindi seguire le rapidissime vibrazioni della linguetta del relé, ma rimane in basso per tutto il tempo in

cui dura la rapida azione intermittente della corrente nel ricevitore. In questo modo l'armatura dello stilo scrivente riproduce esattamente i movimenti del tasto del trasmettitore, linea per linea, punto per punto.

Si è affermato che i coesori sono di incerto e instabile funzionamento, ma io debbo confessare che non ho mai constatato ciò nelle mie esperienze. Se il coesore è ben costruito ed utilizzato in un adatto ricevitore, esso funziona in modo altrettanto sicuro e regolare quanto un qualsiasi altro dispositivo elettrico, come un elettro-magnete o una lampada ad incandescenza.

Io possiedo coesori costruiti tre anni or sono che funzionano oggi altrettanto bene, se non meglio, di quanto funzionassero allora. Ho anche dei tubi che funzionano da mesi in istallazioni molto importanti, senza dar mai luogo ad alcun inconveniente. Nella stazione eretta dalla mia società al faro di South Foreland che, come forse sapete, lavora in collegamento col battello-faro di East Godwin, il coesore fu montato nel ricevitore nel dicembre dall'anno scorso, quando incominciammo il lavoro, ed ha sempre continuato a funzionare nel modo più soddisfacente.

Richiamo la vostra attenzione sullo scopo e sulla funzione del conduttore verticale W. È grazie alla sua aggiunta al complesso dei dispositivi, che ci è stato possibile di trasmettere telegrammi a grandi distanze, finora, credo di poter asserire, mai raggiunte con tutti gli altri metodi di trasmissione telegrafica attraverso lo spazio. Il

modo col quale pervenni a determinare la grande importanza dell'aggiunta del conduttore W e della connessione di terra E agli apparecchi, fu il seguente:

(Traggo queste informazioni dalla copia di una lettera che scrissi al sig. Preece nel novembre 1896).

Quando nel 1895 effettuavo in Italia una serie di esperimenti, utilizzavo un oscillatore con un polo messo a terra e l'altro connesso ad una capacità isolata, mentre il ricevitore era anch'esso messo a terra e connesso ad una capacità simile. Le capacità erano costituite da cubi di ferro stagnato di trenta centimetri di lato, ed io constatai che quando esse erano poste alla sommità di una pertica di 2 metri di altezza, mi era possibile trasmettere i segnali ad una distanza di 30 metri. Con le capacità poste al sommo di pertiche di 4 metri di altezza potevo ricevere i segnali a 100 metri dal trasmettitore e con gli stessi cubi posti a 8 metri dal suolo, pur mantenendo immutato il resto, arrivavo facilmente a distanze dell'ordine di 400 metri. Utilizzando cubi più grandi, di cm. 100 di lato, fissati ad un'altezza di 8 metri, si potevano ricevere chiari segnali in un raggio di 2400 metri, corrispondenti a circa un miglio e mezzo. Questi risultati sembrano indicare che un dispositivo trasmittente ed uno ricevente realizzati secondo lo schema della figura 1, e cioè, un radiatore di tipo hertziano con un polo messo a terra e l'altro collegato ad un conduttore verticale o quasi, oppure ad una superficie capacitativa posta ad una certa altezza, ed un risonatore costituito da un adatto ricevitore

con i terminali connessi anch'essi l'uno a terra e l'altro ad un conduttore verticale isolato, costituiscono un sistema di trasmissione e di ricezione capace di funzionare a distanze superiori a quelle cui si giunse adoperando i normali radiatori e risonatori hertziani.

I risultati, sopra riferiti, dimostrano anche che la distanza alla quale i segnali possono essere ricevuti, varia approssimativamente con il quadrato della distanza della capacità dalla terra, o forse con il quadrato della lunghezza del conduttore verticale. Questa legge è stata successivamente verificata con una serie di precise esperienze e trovata esatta. Essa ci ha fornito un metodo pratico e sicuro per calcolare la lunghezza del conduttore verticale da adottare per ottenere risultati ad una determinata distanza. È bene si sappia che detta legge non ha mai mancato di dare i risultati attesi, con tutte le istallazioni e in tutte le esperienze da me effettuate in spazio libero, sebbene si sia generalmente constatato che la distanza superata dai segnali è sempre leggermente superiore a quella che si potrebbe prevedere. Ho trovato che, a parità di condizioni, un conduttore verticale di 20 piedi di lunghezza al trasmettitore ed al ricevitore è sufficiente per comunicare ad 1 miglio di distanza, un conduttore di 40 piedi è sufficiente per 4 miglia, uno di 80 per 16 miglia e così via.. Una istallazione sta funzionando attualmente su una distanza di 18 miglia con un conduttore alto 80 piedi connesso ad ognuna delle due

stazioni. Il prof. Ascoli[3] ha confermato questa legge e ha dimostrato matematicamente, utilizzando la formula di Neumann, che l'azione induttiva è proporzionale al quadrato della lunghezza di uno dei due conduttori se essi sono verticali e di egual lunghezza, ed è in semplice proporzione inversa alla distanza fra essi interposta. Di conseguenza, l'intensità dell'oscillazione indotta non diminuisce con l'aumentare della distanza se la lunghezza dei conduttori verticali viene aumentata proporzionalmente alla radice quadrata della distanza. In altri termini, se si raddoppia l'altezza del conduttore si viene a quadruplicare la distanza massima alla quale i segnali possono esser ricevuti.

Se fosse necessario erigere una stazione per comunicare ad una distanza di 32 miglia, quella, per esempio, che separa Folkestone da Boulogne, un conduttore verticale lungo 114 piedi sarebbe sufficiente.

Queste leggi sono applicabili soltanto quando si utilizzano apparecchi opportunamente costruiti ed impiegati. Con dispositivi nei quali erano stati trascurati alcuni particolari perfezionati non mi fu possibile ottenere alcun risultato simile a quelli sopra citati. Così, per esempio, se non sono inserite nel circuito le due bobine d'induttanza k e k' (ferme restando tutte le altre condizioni) la distanza risulta ridotta di quasi la metà.

[3] V. «Elettricista», agosto 1897 (Roma).

Devo inoltre attirare la vostra attenzione sui casi nei quali ostacoli come colline, montagne o grandi oggetti metallici si trovano interposti tra le due località fra le quali si desidera stabilire la comunicazione. Con qualsiasi altro tipo di trasmettitore e di ricevitore hertziano mi è stato impossibile ottenere risultati pratici se colline, montagne o grandi oggetti metallici si trovavano fra le due stazioni; nè mi risulta che altri abbia ottenuto risultati soddisfacenti nel caso di ostacoli simili a quelli sopra citati. Ma, quando si ricorre al sistema del conduttore verticale, diventa facile il trasmettere telegrammi fra stazioni, schermate l'una dall'altra da colline o dalla curvatura della terra. In questi casi si ottiene un notevole vantaggio se il conduttore aereo è di un certo spessore o se alla sua sommità viene inserita una superficie capacitativa.

Io sono alquanto dubbioso circa l'esatta spiegazione di questo fenomeno. Penso che non si possa dubitare dell'opacità completa alle onde elettriche di una collina di tre miglia di spessore, o, per esempio, di parecchie miglia di mare. Credo che il fenomeno possa essere attribuito alla diffrazione nel caso di onde lunghe, come quelle irradiate da un conduttore lungo 100 piedi, ma resta in tal caso da spiegare perchè altri tipi di trasmettitori e ricevitori hertziani, anch'essi producenti onde lunghe, non funzionano quando esistono gli ostacoli suddetti. Una maniera di risolvere la difficoltà è quella di supporre che le oscillazioni elettriche siano trasmesse

alla terra attraverso il conduttore di terra E del trasmettitore e si propaghino sulla superficie del suolo per tutte le direzioni fino ad incontrare la presa di terra del ricevitore, e attraverso questa connessione pervengano ad azionare il coesore. Questa fu la prima interpretazione alla quale pervenni durante i miei primi esperimenti. Debbo aggiungere tuttavia che non mi sento attualmente di confermare questa ipotesi benchè, d'altra parte, non abbia ancora trovato un'altra spiegazione del fenomeno, assolutamente ed interamente convincente.

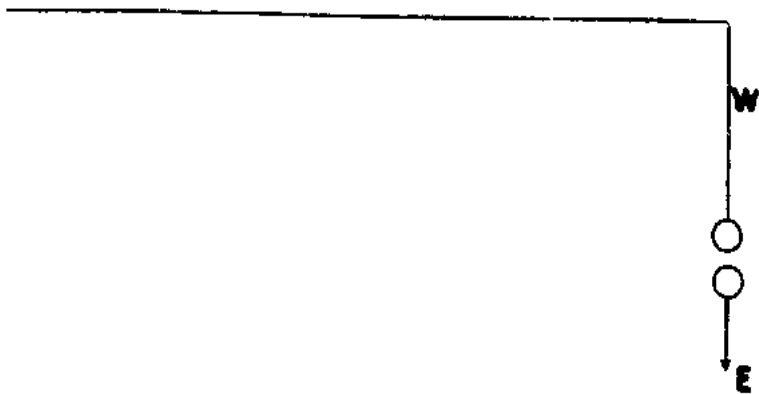



Fig. 8.

È altresì opportuno far notare che un conduttore orizzontale, anche se teso ad una considerevole altezza sul livello del suolo, non sembra recare alcun utile incremento alla portata delle trasmissioni. Se, per esempio, si utilizza tanto al trasmettitore che al ricevitore un conduttore verticale lungo 30 piedi, alla sommità del quale

sia connesso un conduttore orizzontale lungo 300 piedi, com'è illustrato nella figura 8, la portata ottenuta è inferiore a quella ottenuta con il solo conduttore verticale. Questi risultati dimostrano che con questo sistema non è sufficiente un conduttore orizzontale irradiante o collettore d'onde, visto che esso non è di alcuna utilità per le comunicazioni a grande distanza.

Ritengo che il notevolissimo vantaggio ottenuto adottando il conduttore verticale sia dovuto al fatto che il piano di polarizzazione delle onde irradiate è verticale e che quindi esse non sono assorbite dalla superficie della terra, che si comporta come un conduttore ricevente disposto orizzontalmente. Poichè i migliori risultati sono ottenuti quando i conduttori del trasmettitore e del ricevitore sono paralleli, è necessario che anche un conduttore verticale sia connesso ad uno dei poli del coesore.

Prima di passare a descrivere i risultati ottenuti in varie condizioni utilizzando il sistema che possiamo chiamare del conduttore verticale, ritengo opportuno parlarvi di alcune osservazioni e di alcuni risultati da me ottenuti con un sistema di telegrafia a onde hertziane, con il quale cominciai le mie ricerche, e nel quale vengono utilizzati riflettori parabolici per dirigere la propagazione e rendere più intensi gli effetti ottenuti quando, per trasmettere i segnali, si ricorre a onde elettriche relativamente corte. Come nell'ottica comune, così anche nell'ottica delle onde elettro-magnetiche, è possibile, come è stato dimostrato da Hertz, far diflettere le onde irradia-

te da un oscillatore verso una sola determinata direzione. Ciò è possibile, come sapete, se si utilizzano adatti riflettori simili a quelli dei proiettori, ma costruiti preferibilmente, per ragioni economiche, in rame o in zinco anzichè in argento o in leghe d'argento. Fatta eccezione dei casi in cui si utilizzano piccoli radiatori del tipo Righi o Lebedew, è opportuno impiegare riflettori parabolici cilindrici, ed è con riflettori del genere di quelli che qui mostro, che ho intrapreso le esperienze delle quali vi parlo. I vantaggi offerti dall'uso di questi dispositivi sono ovvii.

In tutti gli altri sistemi ideati per la trasmissione per mezzo di onde elettriche dei segnali telegrafici attraverso lo spazio, le onde vengono irradiate in tutte le direzioni e possono essere captate da tutti i ricevitori collocati in un certo raggio variabile a seconda della potenza del radiatore o trasmettitore e della sensibilità dei ricevitori. È possibile tuttavia, grazie all'uso dei dispositivi di sintonizzazione, evitare, in una certa misura, che i ricevitori captino messaggi che non sono loro destinati e quindi selezionare i ricevitori cambiando la lunghezza d'onda del trasmettitore. Utilizzando dei riflettori si possono proiettare le onde in un fascio quasi parallelo che non potrà essere captato da ricevitori posti al di fuori della linea di propagazione, siano essi o meno in accordo o sintonia con le oscillazioni trasmesse. Si renderebbe così possibile stabilire comunicazioni tra fortezze, tra sommità di colline, o fra isole senza rischiare interferen-

ze o intercettazioni da parte del nemico, giacchè se le fortificazioni sono poste a una piccola altezza il fascio delle radiazioni potrebbe passare al disopra delle posizioni eventualmente occupate dal nemico. Una dimostrazione della possibilità di dirigere queste onde può essere ottenuta utilizzando un ricevitore che azioni una suoneria ogni volta che il radiatore posto nel riflettore viene puntato nella sua direzione. Si ottengono, con questi dispositivi, risultati nettamente superiori quando le esperienze vengono effettuate all'aperto anzichè in una sala di conferenze, giacchè le pareti, i cortinaggi ecc. tendono e riflettere i raggi in tutte le direzioni e possono quindi modificare questi risultati.

Nel corso di alcune esperienze da me effettuate su una distanza di miglia 1 e ¾ ho constatato che un piccolo spostamento del riflettore trasmittente era sufficiente a interrompere la ricezione dei segnali; la quale si è infatti rivelata possibile solo entro il limite di spostamento di 50 piedi a destra e a sinistra del centro del fascio delle onde irradiate.

L'utilizzazione del sistema a riflettore è particolarmente importante al fine di mettere in condizione i fari, i battelli-faro, ecc. di segnalare alle navi, non solo la prossimità di un pericolo, ma anche la direzione dalla quale viene trasmesso l'avvertimento. Se supponiamo che A sia un faro attrezzato con un trasmettitore di onde elettriche, che irradia ininterrottamente serie d'impulsi o lampi intermittenti e che B sia una nave provvista di un

apparato ricevente posto nella linea focale di un riflettore, è chiaro che quando il ricevitore viene a trovarsi nel campo dell'oscillatore, la suoneria verrà azionata soltanto quando il riflettore sarà diretto verso il trasmettitore. Se il riflettore vien fatto ruotare a mano o per mezzo di un meccanismo di orologeria, esso darà segnali soltanto quando percorrerà un determinato settore del cerchio secondo il quale ruota. Un battello in navigazione nella nebbia potrà così facilmente stabilire l'esatta direzione del punto A e, grazie ai segnali convenzionali, potrà distinguere un punto pericoloso da evitare, il porto o la riva verso cui è diretto. Fino ad oggi io non ho tentato di trasmettere con riflettori i segnali a distanze superiori alle due miglia, ma ritengo che sia possibile ottenere risultati soddisfacenti attraverso uno spazio libero a distanze superiori, specie se si utilizzino riflettori accuratamente realizzati e più grandi di quelli che finora ho adoperato. Con l'apparato qui esposto io ho felicemente trasmesso segnali ad una distanza di due miglia e mezzo, senza naturalmente ricorrere all'uso di alcuna materiale linea di rapporto finora ritenuta indispensabile per qualsiasi trasmissione a distanza superiore ad alcuni piedi.

Fu grazie all'uso dei riflettori che io ottenni i risultati su miglia 1 e ¾ segnalati dal dott. Preece alla riunione della British Association del 1896.

Ho dedicato però maggior tempo allo studio dell'altro sistema, quello, cioè, del conduttore verticale.

Al principio dell'anno scorso sono state costruite due stazioni, una ad Alum Bay, Isola di Wight e l'altra a Bournemouth, a 14 miglia e mezzo di distanza l'una dall'altra, allo scopo di determinare la utilità pratica del sistema in tutte le condizioni di tempo ed anche per stabi-

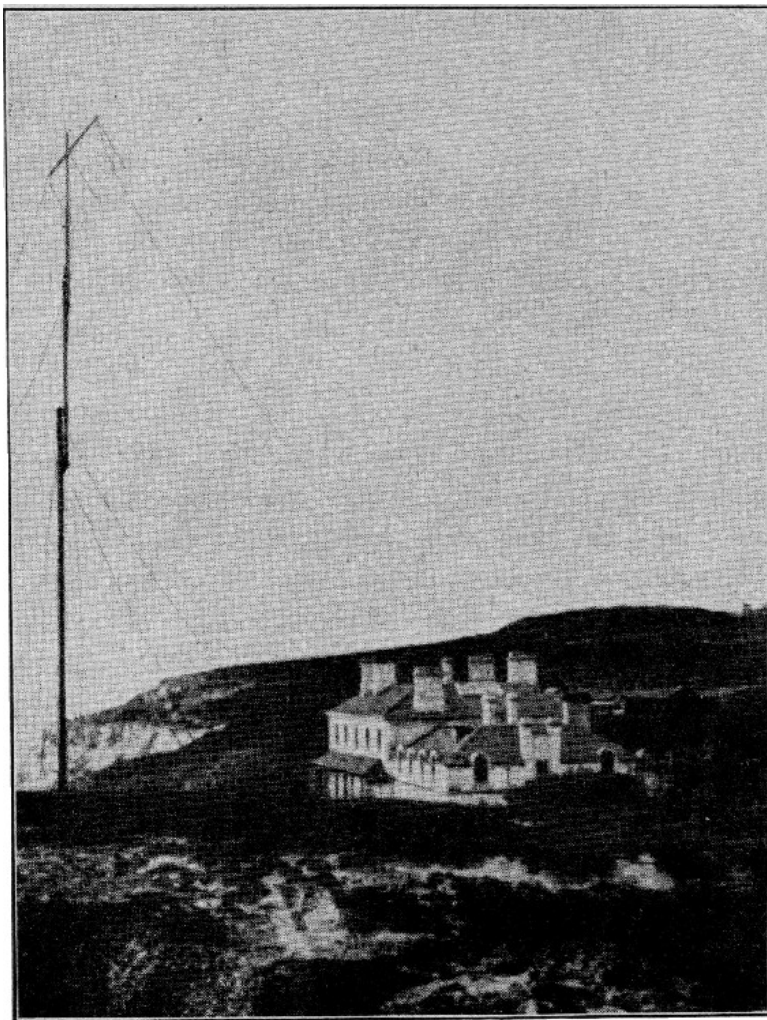



Fig. 9.

lire che la «telegrafia senza filo» non è un mito ma una realtà effettiva. Credo interessante esporre qui alcuni

dettagli di queste stazioni. Quella di Alum Bay è istallata all'Hotel Needles; quella di Bournemouth era istallata originariamente a Madeira House, South Cliff, ma fu poi trasferita all'Hotel Haven a Poole, portando così a 18 miglia la distanza fra le due stazioni. Per ognuna delle stazioni fu utilizzato un pilone alto 120 piedi, che sostiene il conduttore aereo, che è generalmente di cordicella di 7/20 di rame, isolata con gomma e nastro. Per ognuna delle stazioni viene utilizzata una bobina d'induzione di 10 pollici di scintilla, alimentata da una batteria di 100 elementi Obach di tipo «M». La corrente assorbita dalla bobina ha un'intensità di 6 fino a 9 amp. con una tensione di 14 volt. La scintilla di scarica si produce fra due piccole sfere di circa 1 pollice di diametro, ed ho constatato che questo tipo di trasmettitore è più semplice ed efficiente dell'oscillatore di Righi, da me prima adoperato. La lunghezza della scintilla viene tenuta, con apposita regolazione, intorno a 1 centimetro, giacchè, essendo questa una scintilla assai più corta di quella che normalmente la bobina potrebbe produrre, si conserva così un margine di sicurezza per il caso di irregolarità eventualmente causate dalla scarica. Non si provvede alla ripulitura delle sfere *d d* nella parte di esse fra cui si produce la scintilla, giacchè si è constatato che si ottengono risultati migliori con le sfere sporche piuttosto che levigate.

Le prime esperienze furono condotte fra l'isola di Wight ed un piroscafo mercantile il cui albero era alto

circa 60 piedi. Furono ricevuti segnali leggibili fino ad una distanza di 18 miglia da Alum Bay. Nel corso di questi esperimenti io ebbi la fortuna di essere accompagnato ed assistito dal Capitano Kennedy R. E., che fra l'altro, tracciò la carta della navigazione del battello. Si è pensato che condizioni variabili dell'elettricità atmosferica possano interferire o addirittura interrompere i segnali trasmessi con questo sistema; l'esperienza di 14 mesi di ininterrotto lavoro mi ha portato a concludere che non esistono condizioni di tempo tali da interrompere o disturbare seriamente il funzionamento delle mie installazioni. Abbiamo anche organizzato dimostrazioni per numerosi eminenti scienziati, che vennero ed assistettero al lavoro, spesso inattesi, e non ebbero mai a constatare alcuna difficoltà nella trasmissione e nella ricezione dei messaggi.

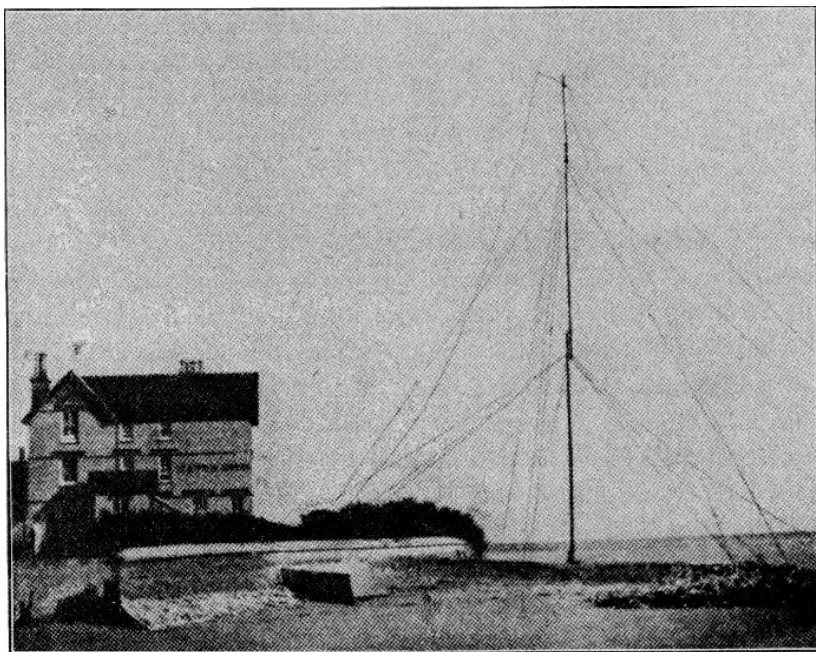



Fig. 10.

Nel settembre dell'anno scorso, venuto a termine il contratto di locazione con Madeira House a Bournemouth, trasferimmo, come ho già detto la stazione all'Hotel Haven di Poole, portando in tal modo a 18 miglia la distanza fra le due stazioni. Esperienze e prove vengono ora effettuate ogni giorno, e i miglioramenti apportati agli apparecchi ci hanno permesso di ridurre a 80 piedi l'altezza dei conduttori aerei delle due stazioni. In media vengono trasmesse attraverso l'etere circa 1000 parole ogni giorno.

Nella primavera dello scorso anno, la nostra stazione di Alum Bay fu visitata da Lord Kelvin, che ebbe la bontà di esprimere la sua soddisfazione per quanto aveva visto. Egli mandò vari telegrammi ad alcuni amici, fra i quali il sig. Preece e Sir George Stokes, e volle pagare la tariffa di 1 scellino per ciascun messaggio, desiderando esprimere in questo modo il suo apprezzamento per quanto era stato fatto e la sua fiducia nella utilizzazione commerciale del sistema.

Attualmente stiamo svolgendo esperimenti volti a ridurre ancora l'altezza necessaria per una data distanza e per la messa a punto di sistemi sintonici.

Nel maggio dello scorso anno il Lloyds desiderò avere una dimostrazione della possibilità di trasmettere segnali fra Ballycastle e l'isola di Rathlin del nord dell'Irlanda. I miei assistenti, Kemp e Glanville, impiantarono gli apparecchi in queste due località, le quali distano fra loro 7 miglia e mezzo, di cui quattro sono di terraferma e il resto è costituito da un braccio di mare; un'alta rupe si erge sul percorso. A Ballycastle per sostenere il conduttore verticale si è utilizzato un pilone di 70 piedi, a Rathlin uno di 80 piedi. Si constatò subito che era facile stabilire una comunicazione fra le due località, ma si giudicò opportuno portare a 100 piedi l'altezza dell'antenna di Ballycastle, poichè sembrò che la prossimità del faro al conduttore verticale a Rathlin diminuisse l'efficienza di quella stazione. A Rathlin potemmo constatare che i guardafari imparavano facilmente come far

funzionare gli apparecchi, e, dopo un tragico accidente occorso al povero Glanville, furono essi soli ad assicurare il funzionamento della stazione.

In seguito a tutto questo nel mese di luglio, un giornale di Dublino, il «Daily Express», ci chiese di trasmettere dall'alto mare i risultati e gli episodi della regata di Kingstown. A tal fine, col permesso benevolmente accordatoci dal capitano di porto di Kingstown, erigemmo sulla costa una stazione fissa, munita di antenna alta 110 piedi. Per seguire i panfili in corsa fu noleggiato il piroscafo *Flying Huntress* in una delle cui cabine fu installato un trasmettitore. Utilizzando l'albero della nave, il conduttore verticale potè essere innalzato fino a 75 piedi. La stazione fissa di Kingstown fu collegata telefonicamente con la redazione del «Daily Express» Dublino: i messaggi ricevuti dalla nave furono immediatamente trasmessi per telefono a Dublino e pubblicati nelle successive edizioni serali del giornale.

Le posizioni dei vari panfili in gara furono quindi segnalate radiotelegraficamente mentre la regata era ancora in pieno svolgimento, qualche volta ad una distanza superiore alle 10 miglia dalla costa, e pubblicate molto prima che i concorrenti tornassero in porto.

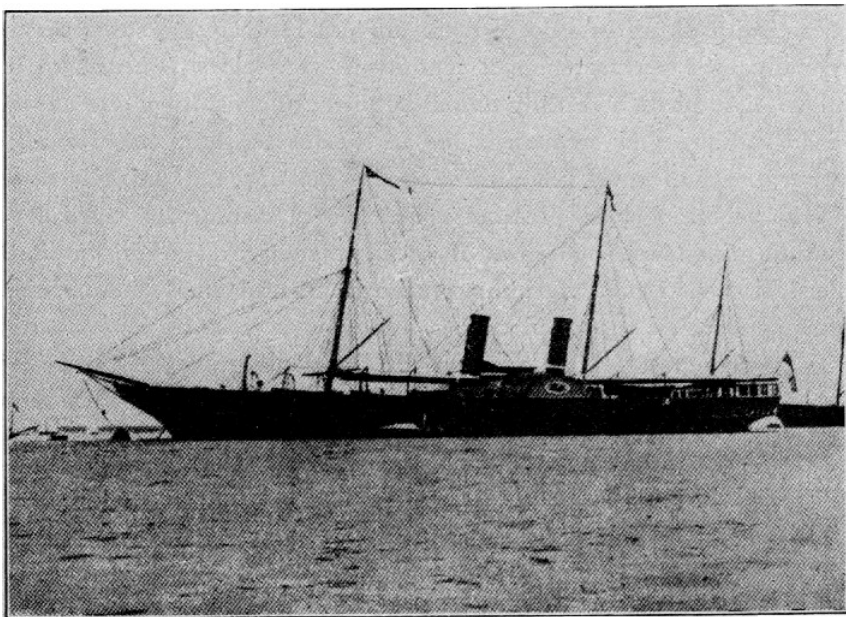



Fig. 11.

Nei giorni durante i quali gli apparecchi funzionarono a bordo del rimorchiatore ed a terra, vennero trasmessi e ricevuti più di 700 messaggi, senza che fosse mai necessario ripeterne alcuno. Facendo esperienze su distanze maggiori, fu constatato che, lasciando immutata l'antenna dell'apparecchio terrestre e portando ad 80 piedi quella a bordo del battello, era possibile comunicare ad una distanza superiore a 25 miglia ed è opportuno notare che, in questo caso, la curvatura della terra veniva a frapporsi in misura notevole fra le due posizioni. Il giorno della regata ebbi occasione di ospitare a bordo del

battello il prof. G. F. Fitzgerald, del Trinity College di Dublino, che si interessò vivamente all'esperienza.

Dopo le prove eseguite a Kingstown ho avuto l'onore di essere invitato ad impiantare i miei apparecchi radioelettrici a bordo del panfilo reale *Osborne* e ad Osborne House nell'isola di Withe allo scopo di mettere Sua Maestà in condizione di comunicare da Osborne House con S. A. R. il Principe di Galles imbarcato sul panfilo Reale nella baia di Cowes o in crociera. L'installazione di questi impianti costituì per me un vero piacere e mi offrì l'opportunità di studiare e raccogliere nuovi interessanti elementi sull'influenza delle colline sulle radiocomunicazioni.

Per questi apparecchi vennero utilizzate bobine capaci di dare una scintilla di 10 pollici. A Osborne House l'altezza del pilone d'antenna era di 100 piedi.

Sul panfilo reale *Osborne* il conduttore, la cui estremità era sospesa all'albero maestro ad un'altezza di 83 piedi dal ponte, era assai vicino ad una delle ciminiere ed a molti altri cavi. Per ambedue le stazioni il conduttore era di cordicella di 7/20.

Il panfilo Reale era all'àncora nella baia di Cowes in un punto distante 1 ¾ miglia da Osborne House e separato da quella località dalle colline di East Cowes. Data questa circostanza, qualsiasi comunicazione per mezzo di bandiere, di semafori o di eliografi sarebbe stata impossibile. Per sedici giorni, durante i quali fu utilizzato il mio sistema, furono mantenute comunicazioni costan-

ti ed ininterrotte fra la real residenza ed il panfilo, da non dover mai lamentare il più piccolo inconveniente.

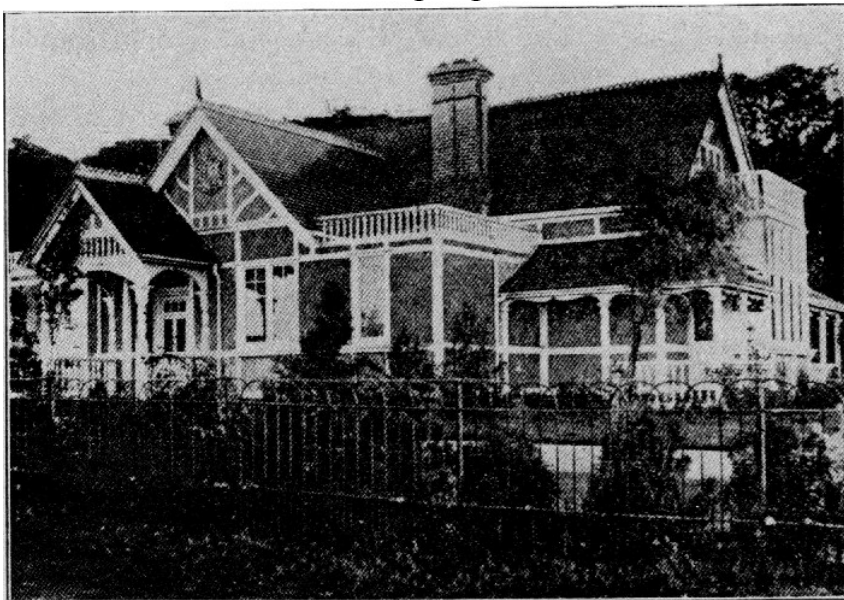



Fig. 12.

Furono trasmessi 150 messaggi, costituiti principalmente da comunicazioni private fra la Regina ed il Principe. Molti di questi messaggi contavano più di 150 parole che furono trasmesse ad una velocità media di 15 parole al minuto.

Per graziosa concessione del Principe di Galles vi leggerò ora alcuni dei telegrammi comunicati dalle due stazioni.

4 agosto: del dott. Fripp a Sir James Reid.

«Sua Altezza Reale il Principe di Galles ha passato una notte eccellente ed è in ottime condizioni di salute e di spirito. Le condizioni del ginocchio sono veramente soddisfacenti».

5 agosto: del dott. Fripp a Sir James Reid.

«Sua Altezza Reale il Principe di Galles ha passato un'altra eccellente notte ed il ginocchio è in buone condizioni».

Come potete comprendere dal testo, il telegramma, che vi leggerò ora, è stato trasmesso mentre il panfilo era in crociera.

10 agosto: di Sua Altezza Reale il Principe di Galles al Duca di Connaught.

«Sarò lietissimo di ricevervi a bordo in un'ora qualsiasi questo pomeriggio, quando l'*Osborne* sarà di ritorno».

Questo telegramma fu trasmesso quando il panfilo si trovava al largo di Bembridge, a circa 7 od 8 miglia di distanza da Osborne.

Il 12 agosto l'*Osborne* fece rotta per Needles e le comunicazioni con Osborne House furono mantenute fin nella baia di Newton, a 7 miglia di distanza, malgrado le due stazioni fossero schermate completamente (perfino dalla cima delle antenne) da una catena di colline. In questa stessa località constatammo di poter comunicare con la stazione di Alum Bay, che pure era separata dal panfilo dalle colline di Headon e di Golden e da 5 miglia di terraferma. Le due stazioni distavano miglia 8 ½.

La collina di Headon era di 45 piedi più alta dell'estremità del conduttore verticale di Alum Bay e 314 piedi più alta dell'antenna del panfilo reale.

Inoltre, nel caso di questa stessa crociera, avendo il panfilo superato Needles di 4 miglia, le comunicazioni furono sempre mantenute senza alcuna interruzione. Un'altra volta, in occasione di una crociera intorno a Bembridge e Sandow, alla quale non ebbi il piacere di partecipare, le comunicazioni con Osborne House furono mantenute superando più di 8 miglia di terraferma. Il Principe di Galles, ed altri membri della Real Famiglia, fra cui in particolare il Duca di York, fecero largo uso del nuovo sistema e si degnarono esprimere la loro alta soddisfazione.

Io considero i risultati di questo servizio specialmente interessanti perchè da varie parti era stato avanzato il dubbio che non fosse possibile stabilire regolari comunicazioni radiotelegrafiche attraverso lunghe striscie di terra.

Altri risultati interessanti con comunicazioni attraverso catene di colline e di montagne sono stati ottenuti, con il mio sistema, dagli ufficiali della Regia Marina Italiana nei dintorni di Spezia.

Nel dicembre dello scorso anno la mia Società giudicò opportuno dimostrare che il sistema è anche atto a stabilire e mantenere comunicazioni tra battelli-faro e la costa. Come forse sapete, questo problema presenta il più vivo interesse giacchè tutti gli altri sistemi di comu-

nicazione esperimentati non hanno dato risultati soddisfacenti, ed i cavi con i quali tre o quattro di questi battelli sono stati connessi alla terra si sono dimostrati estremamente cari, esigendo speciali ormeggi ed adattamenti e restando suscettibili di frequenti avarie ed interruzioni a causa delle tempeste.

I funzionari di Trinity House ci hanno offerto l'opportunità di dimostrare la praticità del nostro sistema stabilendo con i nostri apparecchi comunicazioni senza filo tra il faro di South Foreland ed uno dei seguenti battelli-faro: il *Gull*, il *South Sandhead* e l'*East Goodwin*. Noi abbiamo naturalmente scelto il più lontano – l'*East Goodwin* – che è ormeggiato esattamente a 12 miglia dal faro di South Foreland.

Gli apparecchi furono trasportati con una lancia e montati in un pomeriggio. Fin dal principio l'istallazione funzionò senza difficoltà. E le comunicazioni sono state mantenute con magnifica regolarità malgrado tutte le tempeste che si sono alternate numerose e violente nel corso dell'anno. In gennaio, una volta, durante un fortunale, un'altissima ondata si rovesciò sulla nave portando via le murate. Un rapporto sull'avaria subìta fu immediatamente telegrafato al sovraintendente di Trinity House, con tutti i particolari relativi ai danni subìti dal battello.

A bordo, il conduttore è alto 80 piedi: l'albero della nave, che lo sostiene, è in ferro per i primi 60 piedi, in legno per il rimanente. Il conduttore di aereo è affianca-

to ad altri numerosi cavi, che non hanno, a quanto sembra, alcuna influenza sull'intensità dei segnali. Gli apparecchi sono sistemati nella cabina di poppa, e il conduttore di aereo esce attraverso l'apertura di un boccaporto isolata per mezzo di un manicotto di gomma. Come d'ordinario, viene utilizzata una bobina di 10 pollici, alimentata da una batteria a secco, che eroga 6-8 ampère a 14 volt.

Parecchi marinai della ciurma hanno imparato in pochi giorni a trasmettere ed a ricevere e, in generale, a far funzionare la stazione e poichè il mio collaboratore, imbarcato a bordo, ha dimostrato scarse qualità di uomo di mare, durante le tempeste, quasi tutte le comunicazioni sono state trasmesse e ricevute da questi operatori improvvisati, che, prima della nostra venuta a bordo, non avevano mai sentito parlare di telegrafia senza fili e non conoscevano nemmeno i rudimenti dell'elettricità. È degno di nota il fatto che la radiotelegrafia, la quale, secondo molti, sarebbe di incerto funzionamento, ha provato in questa occasione di costituire, anche nelle condizioni più sfavorevoli, un mezzo di comunicazione più regolare e sicuro dei conduttori, molti dei quali furono strappati ed abbattuti dalle tempeste del mese scorso.

Gli apparecchi istallati nel faro di South Foreland sono simili a quelli sistemati a bordo del battello-faro, ma, poichè abbiamo in programma di tentare delle esperienze a grande distanza fra South Foreland e la costa francese, l'antenna che abbiamo eretta è assai più alta di

quanto non sarebbe necessario per le comunicazioni con l'*East Goodwin*.

Abbiamo trovato l'altezza di 80 piedi largamente sufficiente per comunicare col battello ed io credo che tanto l'antenna della nave quanto quella della stazione terrestre sarebbero sufficienti anche se si dovessero effettuare comunicazioni a distanze più che doppie di quelle alle quali vengono effettuate attualmente.

Messaggi di servizio vengono trasmessi continuamente dal faro al battello e viceversa, e i funzionari di Trinity House si sono compiaciuti di esprimere la loro piena soddisfazione per il buon risultato dato da queste installazioni. Gli uomini imbarcati sulla nave mandano anche quotidianamente messaggi di carattere privato e questo contribuisce a rendere meno penoso il loro isolamento.

Da qualche tempo la mia Società era desiderosa di stabilire anche una comunicazione senza fili fra l'Inghilterra e la Francia attraverso la Manica, allo scopo di offrire il modo ai nostri vicini francesi di sperimentare la praticità del nostro sistema; ma il consenso ufficiale promesso dal Governo francese è stato ricevuto soltanto questa sera. Per parte nostra eravamo pronti già da molto tempo a stabilire questa comunicazione. Le località prescelte per l'erezione delle stazioni erano Folkestone e Boulogne, che distano l'una dall'altra 32 miglia. Io preferisco tali località a Calais e Dover, perchè queste città distano l'una dall'altra soltanto 20 miglia circa, poco più

cioè, della distanza coperta col nostro servizio quotidiano tra Poole ed Alum Bay. Noi preferiamo oggi eseguire prove ulteriori su distanze molto maggiori.

Avevamo chiesto il permesso di erigere le stazioni a Cherbourg e, corrispondentemente, all'isola di Wight, ma le autorità francesi ci hanno fatto sapere che preferirebbero che la nostra stazione sulla loro costa fosse istallata in altra posizione più a nord.

La Regia Marina Italiana ha esperimentato il mio sistema per oltre un anno, ma io non sono autorizzato a fornirvi minute informazioni sulle prove effettuate. Sulla costa sono state erette numerose istallazioni; due di esse sono a La Spezia.

Sono state stabilite comunicazioni con navi da guerra fino a distanze di circa 19 miglia, benchè si consideri sufficiente per i bisogni ordinari della flotta una comunicazione sicura su 10 miglia.

In questo Paese sono attualmente progettate altre stazioni destinate ad usi sia militari sia commerciali ed io confido che fra pochi mesi saranno erette molte nuove stazioni sia qui, sia altrove.

Nota supplementare aggiunta il 30 marzo 1899.

Poichè i lavori per la costruzione della stazione radio di Boulogne sono stati iniziati dopo ch'io lessi la mia conferenza, mi si consenta aggiungere che le comunica-

zioni fra Francia e Inghilterra furono stabilite per la prima volta il 27 di marzo. Sulla costa inglese la stazione è situata nel faro di South Foreland presso Dover e, sulla costa francese, allo Châlet L'Artois a Wimereux presso Boulogne. Gli apparecchi furono spediti da Londra, il lunedì precedente, affidati a due assistenti. Fu affittata una casa per sistemarvi la stazione. Fu quindi eretto un adatto pilone e, alle 5 del giorno 27, una settimana dopo che gli strumenti erano stati spediti da Londra, si potevano stabilire perfette comunicazioni telegrafiche fra i due punti. Le prime trasmissioni vennero effettuate alla presenza di una Commissione, nominata dal Governo francese, composta del Colonnello Conte du Pontavice de Heussey, del Capitano Ferrié e del sig. Voisenet. I primi messaggi vennero inviati dalla Francia all'Inghilterra e ad essi fu prontamente risposto dal mio collaboratore addetto al faro di South Foreland. Da allora le comunicazioni non hanno mai avuto il più piccolo intoppo e vi interesserà sapere che ieri 29 il servizio fu fatto da due ufficiali francesi: il Capitano Ferrié, ingegnere francese, alla stazione inglese e il sig. Voisinet ingegnere telegrafico francese a quella francese. Questi signori si mantennero per varie ore in comunicazione telegrafica ed espressero poi, insieme a molte altre persone, il loro compiacimento per l'eccellente funzionamento degli apparecchi.

LA TELEGRAFIA SENZA FILI[4]

Quando Ampère avanzò l'ipotesi che la teoria di un etere universale, dotato di proprietà esclusivamente meccaniche, potesse fornire la spiegazione dei fenomeni elettrici, teoria che fu sostenuta da J. Henry e da Faraday, il velo di mistero, che celava ai nostri occhi le conoscenze dell'elettricità, cominciò a sollevarsi. Quando nel 1864, Maxwell pubblicò la sua magnifica teoria dinamica del campo elettro-magnetico e costruì la teoria matematica delle onde dell'etere, e quando Hertz fornì le prove sperimentali dell'esattezza delle ipotesi di Maxwell, noi pervenimmo – e ricorro qui alle parole del prof. Fleming – ad una delle più essenziali conoscenze intime di un segreto meccanismo della natura, cui sia mai giunto l'intelletto umano.

Un secolo di progresso come questo nostro ha reso possibile la telegrafia senza fili. I principi basilari di questo nuovo sistema di comunicazione sono basati sulla natura stessa dell'elettricità. È grazie alla sua evolu-

[4] Discorso tenuto al Reale Istituto di Gran Bretagna nella riunione serale settimanale del 2 febbraio 1900, presieduta dal vice presidente Alexander Siemens.

zione che ci è stato possibile utilizzare un'altra grande forza della natura.

Noi non avremmo mai pagato a sufficienza il nostro tributo di gratitudine ad Enrico Hertz che lavorò con pazienza e costanza in questo nuovo campo della fisica sperimentale, e realizzò quella che fu poi definita la più grande scoperta della seconda metà del secolo decimonono nel campo della scienza elettrica. Egli conseguì una grande vittoria, non soltanto nel campo della fisica teoretica, ma, fornendo le prove della teoria matematica di Maxwell, anche nel campo delle nostre conoscenze intorno agli agenti fisici ed alle leggi della fisica.

Nè io posso fare a meno di parlarvi dell'eminente elettrotecnico che abbiamo accompagnato all'ultima dimora sabato scorso. È ben certo che alcuni anni or sono il prof. Hughes fu sul punto di fare una grande scoperta e, se avesse perseverato nelle sue esperienze, è assai probabile che avrebbe legato strettamente il suo nome alla telegrafia senza fili, come lo aveva legato gloriosamente a tante altre realizzazioni nel campo dell'elettrotecnica in cui aveva acquistato così grande rinomanza.

L'attuazione della telegrafia senza fili è stata possibile grazie alla prova sperimentale fornita da Hertz, tredici anni or sono, dell'identità della luce e dell'elettricità, e alla scoperta del modo di produrre e rivelare queste onde dell'etere, la cui esistenza era stata fino allora sconosciuta.

Io credo che voi siate d'accordo con me nel ritenere che per vari anni l'importanza della scoperta di Hertz fu compresa soltanto da pochi, e per questo furon lente le prime applicazioni pratiche della scoperta stessa.

Oggi la pratica applicazione della telegrafia senza fili è molto più importante di quanto non ce lo facessero presupporre le previsioni di cinque anni or sono. Lo sviluppo di questa tecnica negli ultimi tre o quattro anni e il suo attuale progresso giustificano – allo stato attuale – l'interesse suscitato. D'altra parte, non si son fatti, in questo campo, che i primi passi e le future possibilità possono per ora essere apprezzate soltanto in parte. Tutti voi sapete che l'idea di trasmettere il pensiero senza mezzi di collegamento visibili è vecchia quasi quanto l'umanità. È, invece, giovanissima la tecnica della telegrafia senza fili per mezzo delle onde hertziane. Mi auguro che se, questa sera, io sorvolo sulla storia di questa invenzione, così come io l'ho seguìta e non cerco di sollevare questioni di priorità, nessuno ne trarrà la conseguenza che non vi è nulla da dire su questi argomenti, o che tutto quello che è stato detto da altri è vero.

Mi manca il tempo, questa sera, per raccontarvi minutamente gli sforzi successivi che mi hanno condotto alle odierne realizzazioni pratiche. Io ritengo che vi interessi molto di più conoscere i problemi che sono stati ultimamente risolti, e gli interessanti sviluppi conseguiti in questi ultimi mesi.

Un grande fattore del successo della telegrafia senza fili è, a mio avviso, l'utilizzazione di un coesore come quello da me adottato per le mie esperienze. Tanto io quanto altri studiosi abbiamo dovuto constatare che i coesori costruiti nel passato – costituiti essenzialmente da un tubo, lungo alcuni pollici, parzialmente riempito di limature e chiuso con due turaccioli – erano troppo instabili per essere praticamente utilizzabili allo scopo. E ho trovato, d'altra parte, che se le limature vengono preparate in modo speciale e sistemate in un piccolo spazio di circa 1 millimetro fra due tappi d'argento, il coesore, se fabbricato con precisione, diventa perfettamente stabile. In condizioni normali, la resistenza di un buon coesore è infinita, ma quando esso vien sottoposto all'azione delle onde elettriche diventa istantaneamente conduttore; e la sua resistenza scende da 100 a 500 ohm. Questa conduttività si mantiene fin quando il coesore venga sottoposto a scosse meccaniche.

Ho anche scoperto che, utilizzando per ambedue le stazioni antenne verticali ed isolate similari, si rendeva possibile rivelare gli effetti delle onde elettriche di alta frequenza, e, in questo modo, trasmettere segnali alfabetici intelligibili a distanze superiori di quanto non fosse stato preveduto alcuni anni or sono.

Avevo, tempo fa, constatato (vedi anche la mia conferenza pronunciata nel marzo 1899 alla Institution of Electrical Engineers) che la distanza alla quale è possibile trasmettere i segnali con una determinata quantità di

energia, varia approssimativamente con il quadrato dell'altezza del conduttore verticale e colla radice quadrata della capacità di una piastra, di un cilindro, o di una superficie capacitativa di qualsiasi altra forma posta alla sommità del conduttore.

L'esattezza di questa legge, che lega l'altezza dei conduttori alla distanza, alla quale si vuole effettuare la trasmissione, è stata controllata sperimentalmente fino ad una distanza di 85 miglia. Molti mesi or sono si è constatata la possibilità di comunicare da North Haven (Poole), ad Alum Bay, nell'isola di Wight, distanti 18 miglia, con antenne alte 75 piedi. Successivamente vennero erette due stazioni con antenne alte 150 piedi, distanti l'una dall'altra 85 miglia e le comunicazioni, così stabilite, furono regolarissime. Veramente, secondo una interpretazione rigorosa della legge, si sarebbe dovuto poter comunicare soltanto su 72 miglia anzichè su 85, ma, come ho già affermato, la legge è soltanto approssimativamente esatta e la portata delle stazioni risulta praticamente superiore a quanto non sia dato prevedere con il calcolo teorico. Nel caso della comunicazione a 85 miglia di distanza merita di essere segnalata una circostanza speciale. Alla stazione di Alum Bay l'antenna è sistemata su di una rupe e la curvatura della terra non interviene fra le due stazioni; in altre parole una linea ideale, tesa da Alum Bay ad Haven non toccherebbe la superficie del mare. Ma nel caso delle due stazioni distanti 85 miglia, queste sono sistemate al livello del

mare e fra loro viene a trovarsi, per la curvatura terrestre, una sorta di collina d'acqua di 1000 piedi circa. Se queste onde si propagassero soltanto in linea retta, o se potessero essere rivelate soltanto attraverso spazi aperti e liberi, sarebbe stato possibile ricevere comunicazioni soltanto utilizzando in ambedue le stazioni un conduttore verticale alto 1000 piedi.

*
* *

Or sono circa tre anni, nel procedere ad alcune esperienze a Salisbury, il capitano Kennedy ed io provammo vari tipi di bobine[5] di induzione di tipo normale, cioè con un gran numero di spire nel circuito secondario, cercando di stabilire quale era la più adatta per le trasmissioni; in ogni caso noi osservammo una netta diminuzione della portata per una data quantità di energia ed una determinata altezza. Mi risulta che constatazioni analoghe furono fatte, alcuni mesi più tardi, a Dover – nel corso di certe esperienze – dai tecnici dell'Amministrazione Postale Britannica.

In tutte le nostre esperienze sopra citate la bobina utilizzata aveva un primario costituito da un numero più o meno grande di spire di conduttore relativamente grosso, ed un secondario di numerosi strati di spire di filo più sottile. Non esagero affermando che furono provate centinaia di queste bobine ottenendo sempre il risultato

[5] Trattasi di bobine inserite nel ricevitore.

di diminuire sensibilmente anzichè di aumentare la portata delle trasmissioni. Noi abbiamo trovato, infine, un tipo di bobina di induzione interamente nuovo che sembra funzionare in modo soddisfacente, e che ha cominciato ad aumentare la distanza delle trasmissioni.

I risultati ottenuti, grazie ad alcuni di questi nuovi tipi di bobine di induzione, sono stati veramente degni di nota. Durante le manovre navali ho avuto occasione di sperimentare fino a qual punto esse possano aumentare la portata delle trasmissioni per una determinata quantità di energia in giuoco e per una determinata altezza dei conduttori. Eseguendo una serie di prove fra gl'incrociatori *Juno* ed *Europa* io ho stabilito che, se si escludeva dal ricevitore la bobina d'induzione, la portata limite risultava di 7 miglia, e se si includeva invece nel circuito ricevente una bobina perfezionata si poteva arrivare con sicurezza a distanze di circa 60 miglia. Con questo dimostrai che le bobine che allora utilizzavo, potevano aumentare di circa dieci volte la portata delle trasmissioni. Ora io ho adottato queste bobine, o trasformatori che dir si voglia, per tutte le mie stazioni permanenti.

Furono intraprese numerose esperienze per stabilire se fosse o meno possibile utilizzare l'interruttore di Wehnelt in sostituzione dell'ordinario *vibratore* nel rocchetto di induzione del trasmettitore, ma benchè siano stati ottenuti eccellenti risultati su una distanza di 40 miglia su terra, si è rinunciato ad adottarlo a causa della

forte intensità di corrente necessaria e della facilità con cui si guastava.

A molti fra voi è probabilmente noto che il mio sistema ha funzionato regolarmente e quotidianamente, fra il battello faro *East Goodwin* e il faro di South Foreland, dal 24 dicembre 1898, e ho ragione di ritenere che i funzionari di Trinity House sono ormai convinti della grande utilità di questo sistema nel caso dei fari e dei battelli-faro. Può forse interessarvi l'apprendere che, come specialmente convenuto con i dirigenti di Trinity House, noi teniamo a bordo del battello-faro un nostro esperto collaboratore, che però non è autorizzato a far funzionare il telegrafo. Questo lavoro è sempre compiuto da uno dei marinai del battello-faro, che sono stati istruiti nell'uso degli apparecchi. In cinque diverse occasioni l'equipaggio del battello-faro è stato costretto a ricorrere alla telegrafia senza fili per chiedere aiuto; la prontezza con cui esso è stato portato ha evitato la perdita di vite umane e di materiali. Di queste cinque chiamate, tre concernevano navi sbattute dalla tempesta sui banchi di sabbia prossimi al battello-faro, una era stata provocata dal fatto che lo stesso battello-faro era stato speronato da un piroscafo ed una infine era stata lanciata per chiedere un battello che trasportasse a terra uno dei membri dell'equipaggio seriamente ammalato. Nel caso del piroscafo francese che investì il *Goodwins* noi abbiamo la prova, fornitaci dalla Corte dell'Ammiragliato, che, grazie ad un breve messaggio radiotelegrafico, si sono sal-

vati materiali per un valore di 52.588 lire sterline. Sono lieto di poter aggiungere che ai proprietari ed agli equipaggi dei battelli di salvataggio e dei rimorchiatori sono state consegnate Lire sterline 3.000. Il valore del materiale così salvato in una sola di queste occasioni basta probabilmente a pagare dieci volte almeno l'attrezzatura radiotelegrafica di tutti i battelli-faro disseminati lungo le coste inglesi. Il mio sistema è stato anche in uso costante per le comunicazioni ufficiali fra Trinity House e la nave ed è anche giornalmente utilizzato per le comunicazioni private dei membri dell'equipaggio con le loro famiglie.

Mi è difficile ammettere che quanti sanno che la telegrafia senza fili ha assicurato il collegamento fra un battello-faro e South Foreland, giorno e notte, con tempo buono e cattivo, con nebbia e con tempeste di vento, senza guasti e senza interruzioni di sorta, possano ancora pensare o asserire fondatamente che la telegrafia senza fili sia ancora poco pratica e di incerto funzionamento. A bordo del piccolo ed umido battello-faro gli apparecchi sono istallati e funzionano nelle condizioni meno favorevoli; il sistema viene così collaudato nel modo più severo.

Io spero che fra non molto i dirigenti di Trinity House dispongano dei fondi necessari per poter stabilire comunicazioni fra altri battelli-faro ed altri fari con la costa, così da rendere possibile, quando necessario, il salvatag-

gio di migliaia di vite umane e di milioni di sterline di beni.

Alla fine del mese di marzo 1899, grazie ad un accordo intervenuto con il Governo francese, furono stabilite comunicazioni tra il faro di South Foreland e Wimereux, presso Boulogne, distanti circa 30 miglia. Furono eseguite molte interessanti esperienze fra queste due stazioni e navi da guerra francesi. La distanza massima allora raggiunta, con un'antenna di circa 100 piedi sulle navi, fu di 42 miglia. La commissione di ufficiali di terra e di mare francesi, incaricata di controllare questi esperimenti e di riferire al Governo, fu ininterrottamente alle stazioni dell'una e dell'altra costa per varie settimane. I membri della commissione furono assai interessati da quanto ebbero a controllare ed ho buona ragione di credere che essi abbiano fatto un rapporto favorevole al proprio Governo. Non posso lasciar sfuggire questa occasione per ripetere la mia gratitudine ai membri della commissione francese per le attenzioni e le cortesie usate ai miei collaboratori ed a me personalmente.

Le prove più concludenti e complete del mio sistema in mare furono eseguite però durante le manovre navali inglesi. Gli apparecchi vennero istallati su tre unità della squadra «B»; gli incrociatori *Juno* ed *Europa* e la nave ammiraglia *Alexandra*. Non mi sento autorizzato a riferire tutte le varie prove eseguite, ma credo di poter affermare che mai prima d'allora venne affidato alle onde hertziane un còmpito più delicato e difficile. Durante

queste manovre io ebbi il piacere di essere a bordo del *Juno*, comandato dal mio amico capitano Jackson, R. N., che aveva già eseguiti interessanti lavori nel campo della telegrafia senza fili prima ch'io avessi la fortuna di incontrarlo. Il *Juno* era ordinariamente accompagnato da una squadriglia di incrociatori ai quali venivano ripetuti gli ordini e le comunicazioni pervenute al *Juno* dalla nave ammiraglia. Si potevano così eseguire le evoluzioni comandate anche quando la nave ammiraglia era fuori di vista; cosa questa che sarebbe stata impossibile con i sistemi di comunicazione semaforici fino ad oggi usati. Gli apparecchi radiotelegrafici a bordo delle navi furono fatti funzionare notte e giorno, e informazioni sulle più importanti manovre furono comunicate all'ammiraglio.

Fra l'*Europa* e il *Juno* le comunicazioni furono mantenute fino ad una distanza massima di 60 miglia marine; fra il *Juno* e l'*Alexandra* fino a 45 miglia. Questa non fu tuttavia la portata massima ottenuta, ma piuttosto il limite al quale in qualsiasi circostanza e condizione il sistema può garantire un servizio sicuro e regolare. Nel corso delle esperienze furono ricevuti messaggi fino a circa 74 miglia marine (85 miglia terrestri).

Per quanto concerne l'opinione degli esperti navali su questo nuovo mezzo di comunicazione, mi basta segnalarvi le lettere pubblicate da ufficiali di marina e da esperti sulle colonne del *Times* durante e dopo le manovre autunnali e il fatto che l'Ammiragliato sta prendendo

disposizioni per generalizzare l'uso della telegrafia senza fili a bordo delle navi.

Come forse ricorderete, fu la flotta «B» a vincere la manovra; io credo di poter affermare che le facilità di comunicazioni offerte, giorno e notte, con ogni condizione atmosferica, all'ammiraglio sir Compton Donville dalla telegrafia senza filo costituì un prezioso contributo al successo delle sue operazioni.

Il Comandante Statham R. N. ha pubblicato una concisa descrizione dei risultati ottenuti nella rivista illustrata *Army and Navy*. Credo opportuno leggervi ora alcuni brani di questo eccellente lavoro:

«Quando la flotta di riserva fu riunita la prima volta nella Tor Bay, il *Juno* fu mandato al largo ogni giorno per fare esperienze di comunicazioni con la nave ammiraglia da varie distanze ed esse rapidamente aumentarono oltre le 30 miglia fino a raggiungere le 50 miglia circa. A Milford Haven si procedette all'istallazione degli apparecchi a bordo dell'*Europa*; si cominciò con l'assicurare alla sommità dell'albero maestro un pennone recante alla sommità un gancio cui venne attaccata l'estremità di un conduttore. Detto conduttore fu teso a dritta del cassero e fatto penetrare attraverso uno speciale isolatore in una spaziosa cabina del più basso sottoponte nella quale erano istallati gli apparecchi.

«Quando furono iniziate le ostilità, l'*Europa* era al comando di una squadriglia di sette incrociatori incaricata di scortare il convoglio. Il *Juno* fu distaccato con la fun-

zione di effettuare il collegamento in caso di necessità, e per ricercare il nemico. La nave ammiraglia, naturalmente, rimase con la squadra di battaglia più lenta. L'*Europa* rimase in diretta comunicazione con la nave ammiraglia per molto tempo dopo aver lasciato Milford Haven; il contatto fu perduto dopo che essa ebbe superato ad alta velocità una distanza di 30 o 40 miglia.

«La differenza di portata delle due stazioni del *Juno* e dell'*Alexandra* era dovuto alla diversa altezza degli alberi delle due navi.

«Raggiunto il convoglio un giorno alle quattro pomeridiane e lasciatolo insieme con vari incrociatori sotto la responsabilità del comandante più anziano, l'*Europa* si affrettò verso un altro convegno ove l'ammiraglio aveva stabilito di trattenersi fin quando avesse saputo se il nemico aveva trovato e catturato il convoglio. Però, subito dopo aver lasciato le navi meno veloci l'*Europa* fu chiamata dal *Juno*, che avvertì che l'Ammiraglio si avviava incontro al convoglio. A quel momento il *Juno* si trovava a 60 miglia dall'*Europa*. Immaginate ora, scrive il Comandante Statham, una catena di navi distanti 60 miglia. Cinque di essi soltanto basterebbero per comunicare qualche informazione di vitale interesse ad una distanza di 300 miglia, e ricevere in risposta precise istruzioni e a prendere le conseguenti disposizioni, e ciò in mezz'ora al massimo. Tutto questo è già oggi realizzabile. Probabilmente fra uno o due anni si potrà fare molto di più, e nel frattempo le autorità potrebbero prendere le

misure necessarie per l'applicazione universale della radiotelegrafia nella flotta».

Da un punto di vista tecnico, i risultati più importanti ottenuti durante le manovre furono da un lato la prova del grande aumento di portata realizzato impiegando il trasformatore nel ricevitore, come ho già spiegato, d'altro lato la constatazione che la curvatura della terra non costituisce apparentemente ostacolo alle trasmissioni, qualunque sia la distanza da coprire. L'altezza massima dell'estremità del conduttore collegato agli apparecchi non superò mai 170 piedi, mentre sarebbe stato necessario avere delle antenne alte 700 piedi su ciascuna nave per poter stabilire una retta tangente alla curvatura della superficie del mare quando le due navi distavano 60 miglia nautiche l'una dall'altra. Questo dimostra che le onde hertziane o si propagavano al disopra o sfiorando la superficie d'acqua, più alta di 530 piedi rispetto alla sommità delle antenne, o l'attraversavano. Quest'ultima supposizione non mi sembra tuttavia possibile.

Qualche tempo dopo le manovre ed allo scopo di sperimentare la praticità di questo sistema di comunicazione a grandi distanze su terra, fu deciso di erigere due stazioni, una a Chelmsford ed una ad Harwich, distanti 40 miglia l'una dall'altra. Queste istallazioni hanno funzionato regolarmente dal settembre scorso, ed io continuo a fare eseguire mie esperienze ed a far realizzare perfezionamenti a Chelmsford, ad Harwich, ad Alum Bay ed a North Heven Poole.

Sempre nel settembre scorso, in occasione dei congressi della British Association a Dover e della Association Française pour l'avancement des Sciences a Boulogne, fu istallata una stazione provvisoria nella Town Hall di Dover per mettere in condizione i congressisti di vedere in funzione, tra Francia e Inghilterra, il nuovo sistema di comunicazione. Furono scambiati numerosi messaggi senza nessuna difficoltà fra Wimereux, presso Boulogne, e la Town Hall di Dover. Fu così possibile ai membri delle due associazioni di comunicare dalle due rive del canale, a una distanza di 30 miglia.

Durante la conferenza pronunciata dal prof. Fleming in occasione del centenario della corrente elettrica, furono nuovamente scambiati messaggi direttamente con la Francia e, via il faro di South Foreland, con il battello-faro East Goodwin. In questa occasione si potè constatare che le grandi masse delle montagne di Castle Rock e di South Foreland, che si trovano fra Dover ed il faro, non opponevano alcun ostacolo alla trasmissione dei segnali. Si aveva così conferma dei risultati di mie precedenti esperienze, le quali sempre mi avevano dimostrato che masse montuose, anche notevoli, ergentesi fra due stazioni non ostacolano la trasmissione dei segnali telegrafici attraverso l'etere (Vedi anche «Journal of the institution of Electrical Engineers», aprile 1899, pag. 280).

Fu durante queste esperienze che si constatò essere possibile comunicare direttamente da Wimereux ad Har-

wich o a Chelmsford, a 85 miglia circa di distanza. Questo risultato fu reso noto in una lettera indirizzata dal prof. Fleming alla rivista «Electrician» il 29 settembre. La distanza che separa Wimereux da Harwich è di 85 miglia circa, Wimereux da Chelmsford 85 miglia, di cui 30 di mare e 55 su terraferma. L'altezza delle antenne delle due stazioni era di 150 piedi, mentre per tendere una linea retta, che, superando la curvatura della terra, congiungesse la sommità delle due antenne, queste avrebbero dovuto avere 1000 piedi di altezza. Questi risultati, che qui vi ripeto, vi dimostrano quanto sia soddisfacente il progresso realizzato con questo sistema.

In America, la telegrafia senza fili è stata utilizzata per trasmettere dall'alto mare le fasi della regata internazionale dei panfili, e ritengo che in questa occasione si sia battuto un primato di rapidità, essendosi trasmesse oltre quattrocento parole in meno di cinque ore in diversi giorni. Alcune esperienze furono anche eseguite per la Marina militare degli Stati Uniti, ma sia perchè non si disponeva di un numero sufficiente di apparecchi, sia perchè i più recenti perfezionamenti non erano ancora stati coperti da brevetto in quel paese, ci fu impossibile dare alle autorità nord-americane una dimostrazione tanto esauriente quanto quella fornita alle autorità inglesi durante le manovre navali. Tuttavia furono trasmessi messaggi fra la nave da battaglia *Massachusetts* e l'incrociatore *New York* distanti fra loro 36 miglia.

Alcuni giorni prima ch'io lasciassi l'America scoppiò la guerra nel Sud Africa. Alcuni dirigenti della linea di navigazione americana osservarono che, dato che esisteva già a Needles, nell'isola di Wight, una stazione a carattere permanente, sarebbe stato un grande successo riuscire a ricevere a bordo del *St. Paul* le più recenti notizie della guerra prima del nostro arrivo a Southampton. Io consentii prontamente a montare i miei apparecchi sul *St. Paul* e riuscii a mettermi in comunicazione con la stazione di Needles a una distanza di 66 miglia nautiche. Per mezzo della radiotelegrafia i passeggeri del *St. Paul*, in navigazione in alto mare a 20 nodi all'ora, poterono apprendere tutte le più recenti ed importanti notizie e trasmettere anche comunicazioni ai loro familiari a terra. Le notizie della guerra ricevute per mezzo della telegrafia senza fili vennero stampate in un piccolo giornale intitolato «Transatlantic Times» alcune ore prima dell'arrivo della nave a Southampton.

Questa è stata la prima volta che i passeggeri di un piroscafo abbiano potuto ricevere notizie a notevole distanza dalla costa, e credo si possa ormai considerar prossimo il giorno in cui i passeggeri delle navi potranno restare in comunicazione diretta e regolare con il paese che lasciano e con quello verso cui sono diretti per mezzo della telegrafia senza fili. Dietro tardiva richiesta del Ministero della Guerra, abbiamo mandato nel Sud Africa il sig. Bullocke con cinque altri nostri collaboratori. Il Ministero della Guerra si proponeva di

utilizzare la telegrafia senza fili solamente alla base e sulle ferrovie, ma sui luoghi gli ufficiali si resero conto che essa poteva soltanto essere praticamente utilizzata al fronte. Essi chiesero quindi al sig. Bullocke se fosse disposto ad andare al fronte. Poichè tutti gli assistenti erano pronti a seguire in qualsiasi luogo il sig. Bullocke, i loro servigi furono accettati ed il gruppo partì l'11 dicembre per il campo a De Aar. Ma quando i miei collaboratori giunsero a De Aar constatarono che non era stata presa alcuna disposizione per fornire i pali, i cervi volanti e i palloni che, come sapete, sono indispensabili per far funzionare il sistema, e che non poterono esser trovati sul posto. Per superare questa difficoltà essi fabbricarono dei cervi volanti, con la preziosa collaborazione di due ufficiali, il maggiore Baden-Powell ed il capitano Kennedy R. E., che mi aveva spesso aiutato nelle mie esperienze in Inghilterra. (Va ricordato che il maggiore Baden-Powell è fratello del valoroso difensore di Mafeking).

I risultati ottenuti dapprincipio non furono in tutto soddisfacenti, e ciò perchè si operava con cervi-volanti inadatti e con antenne non sufficientemente alte. Il vento era così mutevole che spesso accadeva che, quando si poteva innalzare il cervo volante di una stazione, era impossibile far volare quello della stazione con cui si desiderava corrispondere. È in ogni caso accertato che il parziale fallimento dell'esperienza fu dovuto a mancata preparazione da parte delle autorità militari locali, e non

compromette la praticità e l'utilità del sistema, in condizioni normali di funzionamento.

È stato detto che la difficoltà di comunicazione fra le stazioni era dovuta ai giacimenti di ferro di cui sono ricche le colline. Se questa affermazione non fosse stata telegrafata dal Sud-Africa sarebbe incredibile che qualcuno possa esporre un'opinione così anti-scientifica. Sta di fatto che il ferro non può avere influenza più dannosa sulle onde hertziane di quanto non potrebbe averla un qualsiasi altro metallo, e le onde apparentemente superano o girano con molta facilità questi ostacoli. Una flotta di trenta corazzate non ha influito sulla propagazione delle onde hertziane durante le manovre navali, e, in occasione della regata dei panfili, io ho potuto trasmettere i miei messaggi col più completo successo attraverso gli altissimi palazzi di New York, i cui piani superiori sono costruiti in ferro.

Comunque, innalzando i cervi-volanti, i miei collaboratori riuscirono facilmente a stabilire comunicazioni fra De Aar e Orange River, su una distanza di circa 70 miglia. Sono lieto di poter aggiungere che, secondo recenti notizie, essi hanno potuto procurarsi delle antenne, abbastanza utili anche se non sufficientemente alte per trasmissioni a grandi distanze. D'altra parte noi abbiamo provveduto a spedire un certo numero di cervi-volanti del tipo disegnato dal Maggiore Baden-Powell, gli unici che ho trovato realmente pratici.

A Modder River, a Enslin, a Belmont, a Orange River e a De Aar sono state erette stazioni, che funzionano bene e potranno rendere preziosi servigi nel caso che il nemico riuscisse a tagliare i fili delle linee telegrafiche, che collegano queste località.

Segnalo anche con soddisfazione che le autorità militari hanno recentemente impartito disposizioni affinchè vengano forniti ai miei collaboratori dei palloncini per le stazioncine portatili istallate su vagoni di servizio. Mentre esprimo la mia ammirazione per il sig. Bullocke e gli altri miei collaboratori per la generosa costanza con cui si sforzano di fare quanto meglio possibile con i mezzi imperfetti ed inadatti a loro disposizione, ritengo doveroso aggiungere che, se fossi stato sul luogo, per parte mia, mi sarei rifiutato di istallare una qualsiasi stazione fin quando le autorità non mi avessero provvisto dei mezzi indispensabili per innalzare il conduttore verticale, essenziale per il successo delle trasmissioni.

Il sig. Bullocke ed un altro mio collaboratore sono stati ora mandati nel Natal a raggiungere l'armata del generale Buller, ed è probabile che prima della fine della campagna la telegrafia senza fili potrà dimostrare la sua utilità in questa guerra. Due nostri assistenti si erano coraggiosamente offerti di trasportare una stazione attraverso le linee dei Boeri a Kimberley, ma le autorità militari non credettero di accettare quest'offerta troppo rischiosa.

Lascio agli esperti militari ed agli strateghi di stabilire quale sarebbe stato l'andamento delle campagne se si fossero istallate stazioni radiotelegrafiche a Ladysmith, Kimberley e Mafeking prima che queste località venissero assediate. Sono sicuro che converrete nel rammaricarvi che il sistema non sia stato introdotto in queste località prima dell'inizio della campagna.

Non credo che i Boeri posseggano dispositivi utilizzabili di questo genere. Alcuni apparecchi di fabbricazione tedesca a loro destinati sono stati sequestrati dalle autorità a Città del Capo. I nostri collaboratori poterono constatare che non erano praticamente utilizzabili. Poichè noi non abbiamo mai fornito i nostri apparecchi a chicchessia, i Boeri non possono aver nelle loro mani alcuno dei nostri strumenti.

Vi ho parlato a lungo di quanto è stato fatto. A me non piace parlare di quello che si potrà fare o si farà in avvenire. Mi limiterò soltanto a dichiararvi che nutro fiducia che i progressi, che verranno realizzati quest'anno, supereranno di molto quelli degli ultimi dodici mesi. Restando sul piano più realistico, affermo che, in mare, i telegrammi trasmessi per radio diventeranno altrettanto comuni e di quotidiano uso, quanto lo sono oggi su terra.

RADIOTELEGRAFIA SINTONICA[6]

I rapidissimi progressi che sono stati compiuti nella tecnica della telegrafia attraverso lo spazio continuano ad attirare fortemente la attenzione su questo affascinante soggetto. Ciò che ieri veniva affermato impossibile è ora divenuto possibile e quelle che consideravamo difficoltà quasi insormontabili potranno forse venire rimosse in un immediato avvenire.

Il numero degli sperimentatori che lavorano in tale campo è aumentato, poichè parecchi tra essi che, qualche tempo addietro, avevano poca o punta fede nell'utilità pratica della telegrafia senza fili hanno ora mutato parere e vanno occupandosi di essa.

Prima di procedere a trattare di questo soggetto stimo necessario dichiarare che, a mio parere, nella stampa quotidiana, e anche in quella scientifica, vengono pubblicate di tanto in tanto notizie inesatte ed errate. Cercherò di rettificare alcune delle asserzioni errate che sono state fatte.

In accordo col titolo di questa mia conferenza, è mia intenzione, prima di tutto, descrivere completamente gli

[6] Conferenza letta alla Society of Arts il 15 maggio 1901.

sforzi da me compiuti allo scopo di accordare o sintonizzare il sistema radiotelegrafico, sforzi che, son lieto di poter dire, furono coronati da completo successo.

Desidero pure dire qualche cosa delle difficoltà incontrate per la rapida pubblicazione dei risultati (felici o meno) ottenuti nel corso dei miei esperimenti. Un'impresa commerciale come quella per cui io lavoro, non esiste soltanto per il progresso della scienza, bensì specialmente per assicurare un compenso economico a coloro i quali hanno sfidato rischi e compiuto sacrifici per aiutare e promuovere il lavoro sperimentale necessario.

È possibile spesso che taluni nuovi metodi e risultati, resi noti prima di esser completamente brevettati, possano servire a persone, che chiamerò rivali commerciali; e ciò impedirebbe a coloro che sostennero la spesa iniziale delle prime prove di averne il giusto vantaggio. Spesso mi trattengo quindi dal rendere di pubblica ragione i metodi coi quali ho ottenuto risultati interessanti. Riferendomi alle date dei brevetti britannici e di altre pubblicazioni, credo di poter stabilire, entro certi limiti, le date in cui furono elaborati i vari metodi e sistemi. Qualcuno di voi sarà forse sorpreso di sentire quanto relativamente antichi siano alcuni dei brevetti di cui parlerò stasera.

L'inverno scorso ebbi l'onore di esporre alla Royal Institution of Great Britain la maggior parte dei successi sino ad allora ottenuti nel comunicare da un punto a un altro per mezzo del mio sistema. È ora mio desiderio de-

scrivere nel presente lavoro gli ulteriori progressi compiuti, riferendomi in ispecial modo ai risultati ottenuti mediante l'accordo o sintonizzazione degli impianti. Fintanto che si potè far funzionare soltanto due impianti entro quella che chiamerò la loro sfera d'influenza, una grandissima limitazione era imposta alla pratica utilizzazione del sistema. Con semplici fili verticali (com'è mostrato nella fig. 1 e nella fig. 2) collegati direttamente al coesore e allo spinterometro del ricevitore e del trasmettitore, come facevo prima del 1898, non era possibile avere alcun accordo soddisfacente. Si poteva tuttavia ottenere una certa selezione di segnali se varie stazioni, prossime fra loro, impiegavano fili verticali di lunghezza notevolmente diversa. In tal modo due stazioni comunicanti attraverso una certa distanza, diciamo, di cinque miglia, e che impiegassero fili lunghi 100 piedi, non intralcerebbero i segnali trasmessi dalle altre due stazioni distanti, mettiamo, due miglia dalle prime e utilizzanti aerei lunghi soltanto 20 piedi per trasmettere su una distanza di un miglio circa.

I nuovi metodi di collegamento da me adottati nel 1898 (v. fig. 8) consistevano nel collegare l'aereo ricevitore direttamente alla terra invece che al coesore, e nell'introdurre una forma adatta di trasformatore di oscillazioni accoppiato a un condensatore, così da formare un risonatore accordato che rispondesse meglio alle onde emesse da un aereo di determinata lunghezza. Tali me-

todi rappresentarono importanti passi nella giusta direzione.

Io feci un'ampia esposizione di tale perfezionamento nel discorso tenuto alla Royal Institution il 2 febbraio 1900, e la mia prima specificazione di brevetto britannico relativo ad esso (n. 12,326) fu presentata il l° giugno 1898 e resa pubblica a tempo debito. Tale sistema di collegamento venne altresì discusso nella stampa tecnica[7].

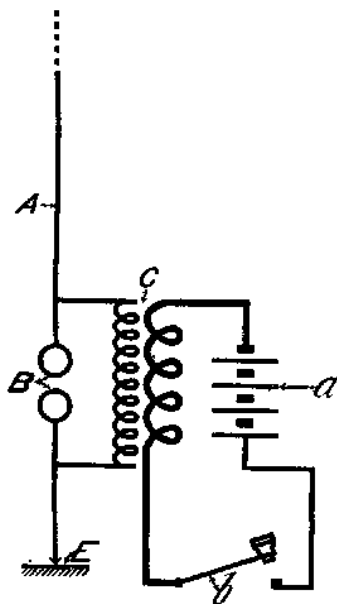
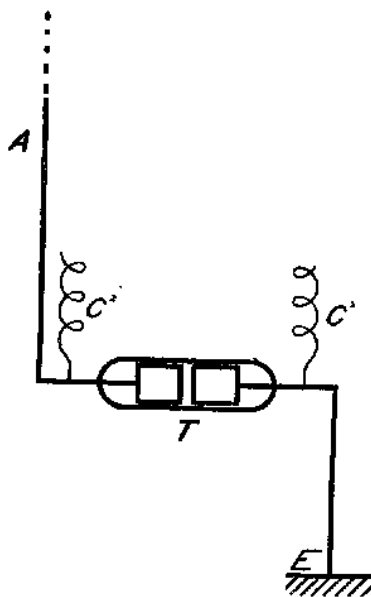



Fig. 1. Fig. 2.

[7] V. «The Electrician», vol. XLIII, pag. 48, e anche vol. XLIV, pag. 555-556.

È strano che scienziati e ingegneri eminenti come il prof. Slaby e G. Kapp, i quali ebbero la cortesia di discutere il mio lavoro sulla «Wireless Telegraphy» fossero così male informati su tale soggetto in generale, da non sapere che questo metodo, e molti altri perfezionamenti del mio sistema originale, erano usati da me e dai miei assistenti già da alcuni anni.

Voglio darvi un esempio. In una conferenza sulla «Telegrafia senza fili accordata o multipla» tenuta dal prof. Slaby di Charlottenburg il 22 dicembre 1900 e pubblicata in un numero speciale della «Elektrotechnische Zeitschrift», egli affermava: «Sino ad ora è stato seguìto senza eccezione il seguente metodo. Il filo ricevente veniva sospeso, isolato e attaccato per l'estremità inferiore al coesore, di cui l'altro polo era collegato alla terra».

Ancora, G. Kapp, in una recensione editoriale sulla medesima pubblicazione afferma: «Secondo il sistema Slaby d'Arco e *in opposizione al sistema Marconi il filo ricevente è collegato alla terra*».

L'inesattezza di tali affermazioni è evidentissima se confrontiamo la descrizione da me data, quasi tre anni prima, nel brevetto britannico, approvato, come ho detto, il l° giugno 1898, pubblicato nel luglio 1899 e pubblicamente discusso dalla stampa scientifica di questo e di altri paesi, molto tempo prima dello scritto di Slaby. A pagina 1, riga 7 della mia descrizione si troverà il passo seguente: «Secondo questa invenzione il conduttore

(aereo) *non è più isolato, ma connesso alla terra*, attraverso il primario di una bobina d'induzione, mentre le estremità del contatto imperfetto (o coesore) sono collegate alle estremità di quello secondario e uno dei fili di collegamento ha in serie un condensatore».

Come osserverete, nulla si dice, in questo brevetto, della necessità d'isolare il filo verticale del ricevitore. Se io non avessi adoperato il sistema qui descritto, dubito assai che ci sarebbe riuscito possibile mantenere la comunicazione con la nave faro *East Godwin* nel 1899 e nello stesso anno quella attraverso la Manica, durante il convegno a Dover della Brititsh Association, nonchè di fornire all'Ammiragliato, nel corso dell'anno 1900, 32 impianti i quali subirono tutti una prova ufficiale di 100 chilometri (con la maggior parte del percorso su terra) con un ritmo di circa tre impianti per settimana.

Lasciando da parte, per ora, tale argomento, cercherò di descrivere i vari progressi compiuti nel perfezionamento del mio sistema sintonico. Molto tempo fa mi ero reso conto che una grande difficoltà nel raggiungere l'effetto desiderato derivava dall'azione del filo trasmittente. Una semplice asta diritta in cui si creino delle oscillazioni elettriche, costituisce, com'è noto, un eccellente radiatore di onde elettriche. Se all'inizio, questo costituiva un vantaggio, facendo sì che i segnali potessero essere ricevuti con una piccola quantità di energia su distanze considerevoli, più tardi esso si dimostrò uno dei principali ostacoli al raggiungimento di una buona risonanza

nel ricevitore. Ora, come il dott. Fleming indica così chiaramente nelle sue conferenze Cantor sulle «Oscillazioni elettriche e onde elettriche», tenute in questa Società il novembre e dicembre dell'anno scorso, vi è in questo lato della questione un punto di particolare interesse. «Le ricerche, sia teoriche sia sperimentali, dimostrano come, nel caso di conduttori di una determinata forma, le oscillazioni elettriche si smorzino con grande rapidità». In tutti quelli che chiamiamo buoni radiatori le oscillazioni elettriche create col solito metodo a scintilla cessano, o sono smorzate assai rapidamente, non necessariamente da resistenze, ma dalla radiazione elettrica che allontana l'energia sotto forma di onde elettriche.

Si possono citare numerose analogie meccaniche le quali dimostrano la possibilità di progettare un oscillatore persistente allo scopo di rendere evidente questa sintonia in risonatori bene accordati. La acustica ci offre numerosi esempi di tale fatto, come, ad esempio, gli effetti di risonanza prodotti dal ben noto esperimento del diapason. Si possono citare anche altri esempi di questo principio. Se dobbiamo mettere in moto un pendolo pesante per mezzo di leggere spinte o impulsi, questi debbono essere ritmati con lo stesso periodo di oscillazione del pendolo, altrimenti le oscillazioni non acquisteranno un'ampiezza sensibile. Una dimostrazione di tale fatto mi venne offerta qualche tempo addietro mentre stavo osservando il moto di grandi campane in una cattedrale

italiana. Come forse è noto alla maggior parte di voi, le campane di molte chiese d'Italia e di altri Paesi, vengono suonate dalla base del campanile per mezzo di corde attaccate alle campane stesse. Le campane più grandi pesano alcune tonnellate e, di solito, due uomini debbono lavorare per circa due minuti alle funi prima che l'effetto combinato dei loro impulsi faccia raggiungere al movimento della campana un'ampiezza sufficiente a mettere in azione il batacchio. Osservai allora che per ciascuna campana occorreva un certo numero di strappi ben ritmati onde farla oscillare e che le campane più grosse richiedevano impulsi più distanziati, cioè di più bassa frequenza che non quelle più piccole. È ovvio che se gli strappi alle funi fossero stati mal ritmati sarebbe stato impossibile, con la stessa potenza, far suonare le campane. Lo stesso fenomeno si ha, in una piccolissima frazione di secondo (invece di alcuni minuti) allorchè cerchiamo d'indurre oscillazioni elettriche in un buon risonatore. Se la forma di questo risonatore è tale da renderlo un vibratore persistente, cioè un vibratore in cui le oscillazioni elettriche non vengono rapidamente smorzate da resistenza o da irradiazione di onde, è necessario usare un certo numero di oscillazioni elettriche irradiate da un radiatore persistente accordato sul risonatore su cui vogliamo agire e opportunamente distanziate nel tempo.

Come già ho fatto osservare, un trasmettitore che consiste in un conduttore verticale, quale è mostrato nel-

la figura 1, non è molto persistente. La sua capacità elettrica è relativamente così piccola e la sua capacità di irradiazione così grande che le oscillazioni che si stabiliscono in esso devono venir considerevolmente smorzate. In tal caso ricevitori o risonatori di periodo o frequenza notevolmente diversi risponderanno e diverranno sensibili. Dai risultati ottenuti sembra che il trasmettitore invii una gran varietà di onde elettriche a guisa di una sorgente di luce bianca, e che ogni risonatore riceva e reagisca sulla sua lunghezza d'onda propria.

Tuttavia tale interpretazione non è esatta. Il fatto che, in determinate condizioni, diversi risonatori reagiscano, anche se il loro periodo sia diverso dal periodo naturale di oscillazione di un dato trasmettitore, si deve attribuire al fenomeno che tutta l'energia del trasmettitore viene irradiata in soli uno o due impulsi, col risultato che oscillazioni possono venire indotte in risonatori di periodi diversi. Se invece la medesima quantità di energia venisse distribuita in numerosi deboli impulsi individuali, il loro effetto combinato potrebbe venire utilizzato o ricevuto soltanto da un risonatore accordato in modo da corrispondere alla loro frequenza particolare. Il risonatore accordato non risponderà allora alle due o tre prime oscillazioni, ma soltanto ad una più lunga successione d'impulsi adeguatamente distanziati nel tempo, sicchè, soltanto dopo che si siano accumulati alcuni impulsi la f. e. m. diviene sufficiente a rompere il dielettrico del coesore e far sì che un segnale venga registrato.

Malgrado la difficoltà di ottenere un accordo elettrico, attribuita alla forma del trasmettitore mostrato in figura 1, la selezione dei messaggi è possibile qualora si usino, per esempio, due o tre trasmettitori aventi fili di lunghezze notevolmente diverse e bobine d'induzione o trasformatori d'oscillazione con avvolgimenti secondari di lunghezza diversa, in modo che essi siano in accordo o risonanza con la lunghezza d'onda delle oscillazioni trasmesse, com'è indicato nel mio brevetto inglese n. 12,326 del l° giugno 1898. A pagina 1, riga 19, si legge: «È desiderabile che la bobina d'induzione sia in accordo o sintonia con le oscillazioni elettriche trasmesse, il numero più appropriato di spire e il più adatto spessore del filo variando con la lunghezza d'onda trasmessa».

Il seguente esperimento, eseguito con successo, dà la prova di questo. A St. Catherine, nell'isola di Wight, noi avevamo una stazione trasmittente munita di un filo verticale di 45 metri, e sul mare, a 10 miglia dalla nostra stazione di Poole, una nave con un filo trasmittente di 27 metri. È ovvio quindi che le lunghezze d'onda delle oscillazioni elettriche irradiate da St. Catherine differivano considerevolmente da quelle irradiate dalla nave. Ora, se alla stazione ricevente di Poole noi colleghiamo ad un filo ricevente due ricevitori, l'uno avente una bobina d'induzione con secondario accordato sulla lunghezza d'onda emessa da St. Catherine e l'altro provvisto di un secondario accordato sull'onda emessa dal filo di 27 metri a bordo della nave, se St. Catherine e la nave

trasmettono simultaneamente due diversi messaggi, questi verranno captati a Poole, e ciascun messaggio verrà nettamente riprodotto dal corrispondente ricevitore.

In una specificazione di brevetto n. 25,185 del 19 dicembre 1899, a pagina 2, io mostravo che i migliori risultati si ottengono quando la lunghezza del filo dell'avvolgimento secondario delle bobine d'induzione è uguale alla lunghezza del filo verticale usato nella stazione trasmittente; perciò la lunghezza dell'avvolgimento secondario della bobina ricevente venne resa eguale a quella del filo trasmittente. (Qualche cosa di simile è stato notato di recente dal prof. Slaby in ciò che egli chiama un filo di estensione).

Questi risultati, sebbene in certo modo soddisfacenti, non costituiscono, tuttavia, una completa soluzione del problema. Io notai che era impossibile avere i due messaggi alla stazione ricevente se le due stazioni trasmittenti erano situate a eguale distanza da essa. Le seguenti considerazioni possono forse spiegare la cosa. Se il filo trasmittente di 27 metri fosse situato alla stessa distanza da Poole di quello di 45 metri, vale a dire 31 miglia, le onde emesse dal filo di 27 metri al momento di raggiungere Poole, sarebbero troppo deboli per eccitare il risonatore. D'altra parte, se il trasmettitore di 45 metri fosse posto a 10 miglia dal ricevitore, allora le onde irradiate da esso sarebbero abbastanza forti per esser captate dal ricevitore accordato per rispondere all'onda di 27 metri, e confondere così i suoi messaggi.

Appare dunque evidente la necessità di un radiatore meno smorzato di forma diversa, onde ottenere risultati più pratici e più utili.

Io eseguii buon numero di esperimenti aggiungendo, ai fili irradianti e riceventi, bobine d'induttanza, secondo un principio suggerito a tale riguardo dal Lodge nel suo brevetto del 1898 (n. 29069), ma senza ottenere alcun risultato soddisfacente. Il fallimento era dovuto probabilmente al fatto che la capacità elettrica dei conduttori esposti diveniva troppo piccola rispetto alla loro induttanza. Tentai allora vari metodi per aumentare la capacità del sistema irradiante. Il primo e ovvio metodo per ottenere ciò consiste nell'aumentare la dimensione del conduttore esposto, ma tale metodo non è del tutto soddisfacente, per il fatto che un aumento di superficie, significa aumento nella facilità di irradiare energia durante le prime oscillazioni, ed anche perchè grandi piastre o grandi superfici esposte non sono adottabili a bordo delle navi e presentano sempre difficoltà per sospenderle e mantenerle in posizione opportuna in caso di vento. Il modo di risolvere la difficoltà fu scoperto adottando la disposizione mostrata nella figura 3. Abbiamo qui un comune radiatore verticale posto vicino a un conduttore messo a terra; il conduttore adiacente avendo, naturalmente, l'effetto di aumentare la capacità del filo elettrico irradiante, senza affatto accrescere la sua potenza di irradiazione. Come avevo previsto, non fu difficile ottenere con questa disposizione effetti di sintonia. Di tale

metodo è stata fatta menzione dal capitano Ferrié, uno dei membri della Commissione francese presente alle prove compiute attraverso la Manica nel 1899, in uno scritto sulla radiotelegrafia. Vedi il lavoro *État actuel et Progrès de la Telegraphie sans fil* letto al Congrès International d'Electricité, Paris, 1900[8].

Si ottennero risultati soddisfacenti ed io fui incoraggiato a continuare le mie ricerche allo scopo di perfezionare il sistema.

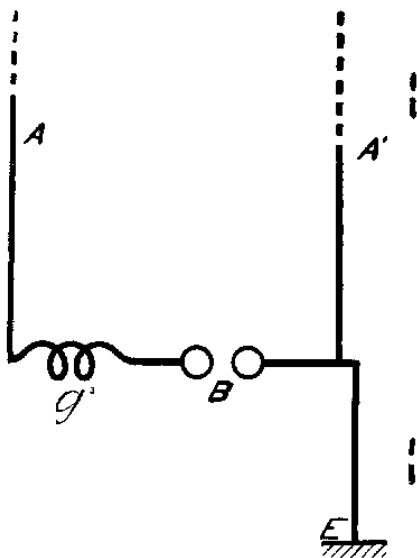
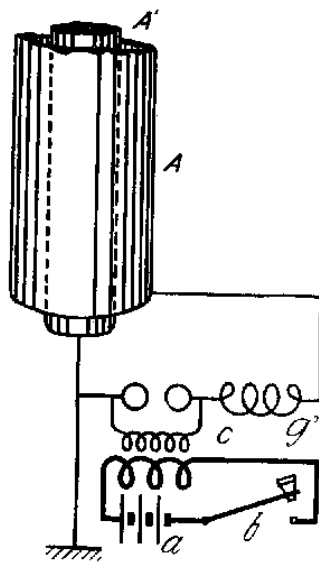



Fig. 3. Fig. 4.

Al principio del 1900 ottenni eccellenti risultati con la disposizione indicata nella figura 4. Tale disposizione è interamente descritta nella specificazione di un brevet-

[8] V. «The Electrician», 26 ottobre 1900, pag. 22.

to britannico depositato il 21 marzo 1900 (n. 5387). In essa il conduttore irradiante e quello ricevente prendono la forma di un cilindro entro il quale è posto il conduttore di terra. Questa forma di superfici irradianti e riceventi è molto più efficiente di quelle che abbiamo descritto in precedenza. Condizione necessaria di questo sistema è che l'induttanza dei due conduttori sia diversa, essendo preferibile che l'induttanza maggiore sia collegata al conduttore isolato. Suppongo che per irradiare la quantità necessaria di energia sia essenziale la presenza di una differenza di fase fra le oscillazioni nei due conduttori, giacchè altrimenti il loro effetto reciproco sarebbe quello di neutralizzarsi a vicenda. Nei primi esperimenti citati dal capitano Ferrié, ciò si ottenne usando semplicemente un conduttore di terra più corto di quello irradiante o ricevente. Usando un'induttanza fra lo spinterometro o generatore di oscillazioni e il conduttore irradiante, trovai che era possibile far sì che il periodo elettrico di oscillazione del cilindro ricevente corrispondesse a quello di una delle varie stazioni trasmittenti, dalla quale soltanto poteva ricevere segnali. I risultati ottenuti con tale metodo furono notevoli. Adoperando cilindri di zinco di soli 7 metri di altezza e con un diametro di 1,5 metri, si ottennero facilmente buoni segnali tra St. Catherine nell'isola di Wight e Poole (distanza 3 miglia) senza che questi segnali subissero interferenze nè potessero venir letti da altri impianti radiotelegrafici messi in funzione dai miei assistenti o dall'Ammiraglia-

to, nelle immediate vicinanze. Le piastre molto vicine e la grande capacità del ricevitore lo rendono un risonatore a periodo proprio ben definito cioè non più atto a rispondere a frequenze che differiscano dal suo particolare periodo di oscillazione, nè a subire interferenze di onde eteree causate talvolta, probabilmente, da perturbazioni atmosferiche e che, durante l'estate, producono occasionalmente dei disturbi.

Nel corso del mio primo esperimento, mi apparve cosa assai notevole che una disposizione come quella indicata nella fig. 4 si dimostrasse un buon radiatore e permettesse di raggiungere una distanza tanto considerevole con cilindri di altezza così modesta. È probabile che la maggior parte delle linee di forze elettrostatiche passi direttamente da un cilindro all'altro, ma dev'esser vero altresì che un certo numero di esse lasci la parte rivolta all'infuori del cilindro esterno, esattamente come nel caso di un radiatore comune.

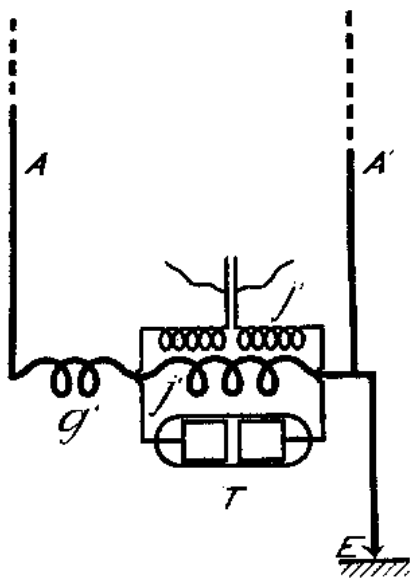



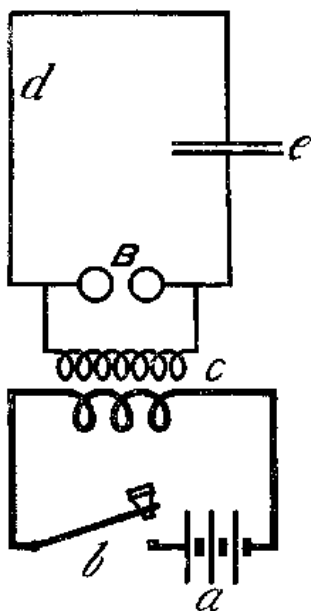
Fig. 5.

Il ricevitore non è indicato nello schizzo, ma consiste in cilindri simi-

li a quelli usati in trasmissione, la bobina d'induzione o trasformatore di oscillazioni ricevente, essendo posta nel punto in cui nella figura 4 si trova lo spinterometro.

Tuttavia, la capacità del radiatore dovuta al conduttore interno è relativamente tanto grande che l'energia messa in moto dalla scarica a scintilla non può tutta essere irradiata in una o due oscillazioni, ma forma un treno di oscillazioni debolmente smorzate, così come si desidera ottenere. Un semplice filo verticale come è mostrato nella figura 1, può esser paragonato ad una sfera vuota di sottile metallo, la quale, riscaldata, si raffredderà assai rapidamente, e il sistema di cilindri concentrici con una sfera metallica piena che impiega un tempo molto più lungo a raffreddarsi.

Fig. 6

Il sig. W. G. Brown, in una specificazione di brevetto in data 13 luglio 1899 (n. 14449), suggeriva di adoperare due conduttori di uguale lunghezza, collegati a ciascun lato dello spinterometro, ma non descriveva l'induttanza in serie fra essi e lo spinterometro ciò che, secondo la mia esperienza, è assolutamente essenziale per il funzionamento a grande distanza.

Un altro eccellente sistema di trasmettitore e ricevitore sintonizzato si ebbe come risultato di una lunga serie di esperimenti compiuti con la scarica di bottiglie di Leyda. Assumendo come certo che la principale difficoltà dell'antico sistema indicato nella figura 1 sta nel fatto che, come ho detto prima, le oscillazioni sono molto smorzate, cercai, associando al filo irradiante un circuito condensatore, che, com'è noto, è un oscillatore persistente, di ottenere una serie di oscillazioni persistenti nel filo verticale.

Una disposizione come quella mostrata nella figura 6 e consistente in un circuito che comprende un condensatore e uno spinterometro, costituisce un oscillatore molto persistente. Il prof. Lodge ci ha mostrato come, disponendolo accanto ad un altro circuito simile, sia possibile ottenere interessanti effetti di risonanza nell'esperienza nota generalmente come quella delle bottiglie sintoniche di Lodge.

Ma, come fa notare il Lodge, «un circuito chiuso come questo è un debole radiatore e un debole asorbitore, e quindi non è adatto per l'azione a distanza». Metto assai in dubbio che sia possibile eccitare un ordinario ricevitore anche a poche centinaia di yards. È molto interessante notare quanto sia facile far sì che l'energia contenuta nei circuiti così fatti venga irradiata nello spazio.

Basta collocare vicino ad uno dei lati un'asta metallica rettilinea o buon radiatore elettrico; la sola altra condizione necessaria per la trasmissione a grande distanza

è che il periodo di oscillazione del filo, o asta, sia eguale a quella del circuito chiuso vicino.

Effetti più intensi di radiazione si ottengono se il conduttore irradiante è parzialmente ripiegato attorno al circuito che comprende il condensatore (così da rassomigliare ai circuiti di un trasformatore).

Dapprima io costruii un apparecchio come quello mostrato nella figura 14, che consiste in una bottiglia di Leyda o circuito condensatore inserito nel primario di ciò che può esser chiamato un trasformatore di Tesla, il secondario del quale è collegato alla terra e al conduttore d'aereo. L'idea di usare un trasformatore di Tesla per produrre le oscillazioni non è nuova. Essa era stata tentata dai funzionari dell'Amministrazione Postale quando sperimentavano col mio sistema nel 1898 ed è anche suggerita in una specificazione di brevetto del Lodge in data 10 maggio 1897, n. 11575 e dal professor Braun in una specificazione del brevetto n. 1862 del 26 gennaio 1899. La mia idea fu di associare a questo radiatore composto un ricevitore accordato sulla frequenza delle oscillazioni prodotte nel filo verticale dal circuito condensatore. I miei primi tentativi non ebbero successo per il fatto che io non avevo riconosciuto la necessità di cercar di accordare sul medesimo periodo di oscillazione (o su un ottava di esso) i due circuiti elettrici dell'apparecchio trasmittente (tali circuiti sono quello consistente nel primario della bobina o trasformatore di Tesla e il conduttore aereo, e il secondario del trasformatore).

Quando non si verifica questa condizione, i differenti periodi dei due conduttori creano oscillazioni di frequenza e di fase diverse in ciascun circuito col risultato che gli effetti ottenuti sul ricevitore accordato sono deboli e non soddisfacenti. Il trasmettitore sintonizzato è mostrato nella figura 7. Il periodo di oscillazione del conduttore verticale A, può essere aumentato aggiungendo delle spire, o diminuito riducendone il numero o introducendo un condensatore in serie con esso. Il condensatore C nel circuito primario, è costruito in modo tale da poterne variare la capacità elettrica. I circuiti della stazione ricevente sono indicati nelle figure 8 e 9.

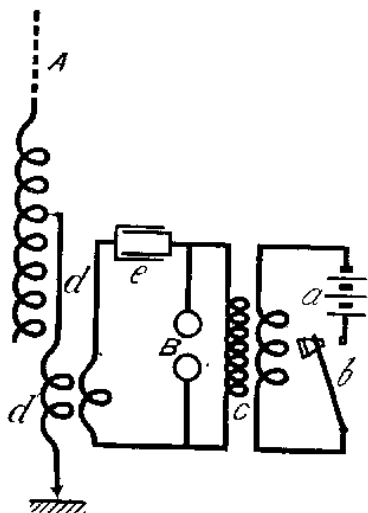
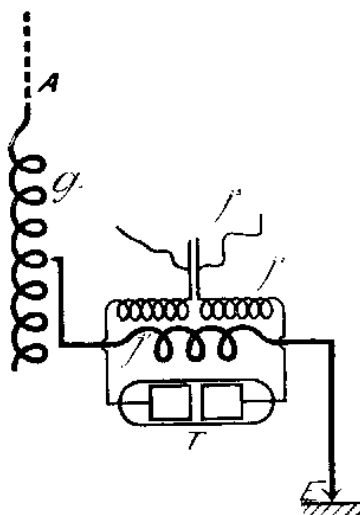



Fig. 7. Fig. 8.

Abbiamo qui un conduttore verticale collegato alla terra attraverso il primario di un trasformatore, il cui circuito secondario è collegato al coesore o rivelatore. Allo scopo di rendere l'accordo più accentuato io pongo un condensatore variabile sul coesore della figura 9. Ora, per ottenere i migliori risultati è necessario che il periodo delle oscillazioni libere del filo verticale, primario del trasformatore e collegamento con la terra, sia in risonanza elettrica col secondo circuito del trasformatore che comprende il condensatore.

Ho detto che allo scopo di rendere l'accordo più pronunziato ho collocato un condensatore sul coesore. Questo condensatore aumenta la capacità del circuito risonante secondario del trasformatore, e, nel caso che si riceva una numerosa serie di oscillazioni elettriche deboli, ma ben distanziate nel tempo, l'effetto di esse vien sommato finchè la f. e. m. ai terminali del coesore non sia sufficiente a vincere l'isolamento e causare la registrazione di un segnale.

Affinchè i due sistemi trasmittente e ricevente siano in accordo è necessario (se supponiamo la resistenza molto piccola o trascurabile) che il prodotto della capacità e dell'induttanza sia uguale in tutti e quattro i circuiti. Una descrizione più completa e minuta di questo sistema è data in un brevetto britannico rilasciatomi in data 26 aprile 1900 (n. 7777). Ho trovato recentemente che il professor Braunh ha riconosciuto la necessità di accordare i circuiti del trasmettitore e del ricevitore al-

lorchè si adoperi una bobina di Tesla, onde ottenere effetti sintonici, ma non mi è noto che tale proposta venisse pubblicata prima della descrizione data nel brevetto sopra citato.

Sebbene si siano avute lievi difficoltà per la misura delle capacità usate nei vari circuiti, la misura o il calcolo dell'induttanza non è invece così facile. Ho trovato che è impossibile, coi metodi che mi son noti, misurare direttamente l'induttanza, ad esempio, di due o tre spire di filo. Così, per calcolare l'induttanza del secondario di piccoli trasformatori, l'effetto mutuo dovuto alla vicinanza di altri circuiti e gli effetti di mutua induttanza complicano grandemente il problema.

È stato confermato dagli esperimenti il fatto che le bobine d'induzione riceventi che abbiano il secondario avvolto su un unico strato e a una certa distanza, per esempio, di due millimetri (per far sì che la capacità sia così piccola da divenire trascurabile), hanno un periodo approssimativamente eguale a quello di un conduttore verticale della stessa lunghezza (v. brevetto americano concesso a G. Marconi in data 19 dicembre 1889, n. 25186).

Usando quindi nel ricevitore una bobina d'induzione avente un secondario lungo 40 metri, io impiegherei un filo verticale della lunghezza di 40 metri, sia alla stazione trasmittente, sia a quella ricevente. Facendo così, alla stazione ricevente, ho due circuiti reciprocamente accordati e devo soltanto adattare la capacità del condensato-

re sul trasmettitore, cosa che può esser facilmente ottenuta, sia mediante un condensatore ad armature mobili scorrevoli l'una sull'altra, in misura più o meno grande, sia aggiungendo o togliendo delle bottiglie di Leida.

Se cominciamo con una piccolissima capacità, che aumentiamo gradatamente, raggiungeremo un valore della capacità pel quale dei segnali verranno registrati dal ricevitore. Supponendo che il sistema ricevente si trovi entro la sfera d'azione del trasmettitore, i segnali raggiungeranno il massimo della loro forza allorchè la capacità del condensatore avrà raggiunto un certo valore. Se aumentiamo ancora la capacità, i segnali s'indeboliranno gradatamente, mentre se noi continuiamo ad aumentare la capacità e, al tempo stesso, aggiungiamo induttanza all'aereo, in modo da mantenerlo in accordo col circuito condensatore, irradiamo ancora delle onde, ma queste non eccitano il ricevitore. Se, tuttavia, alla stazione ricevente, aggiungiamo induttanza o capacità al filo A (fig. 9) e anche alle estre-

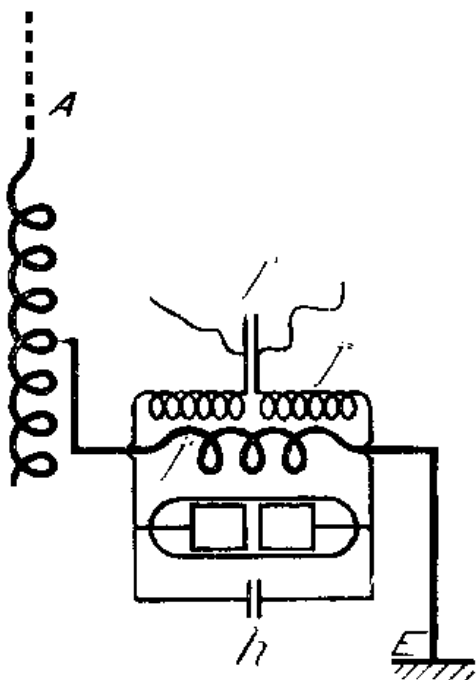



Fig. 9.

mità del secondario di J^2, ci mettiamo di nuovo in condizioni di ricevere messaggi dal trasmettitore, pur utilizzando onde di una frequenza diversa.

È facile intendere che se noi abbiamo varie stazioni riceventi, ciascuna accordata su un diverso periodo di vibrazione elettrica, e di cui sian note alla stazione trasmittente le corrispondenti induttanze e capacità, non sarà difficile trasmettere con ognuna di esse, senza pericolo che il messaggio sia ricevuto dalle altre stazioni cui non era destinato. Ma, meglio ancora, per mezzo di collegamenti di induttanza diversa, noi possiamo collegare lo stesso filo trasmittente verticale a trasmettitori diversamente accordati, e il filo verticale ricevente a un egual numero di ricevitori corrispondenti. Messaggi diversi potranno venir inviati simultaneamente da ciascun trasmettitore collegato al medesimo filo verticale, e ricevuti pure simultaneamente dal filo verticale collegato ai ricevitori diversamente accordati. Tale risultato, che credo affatto nuovo, io mostrai l'estate scorsa, a diversi miei amici compreso il dott. Fleming F. R. S., e ad una Commissione dell'Ammiragliato. Il dott. Fleming ha accennato ad essi in una lettera al «Times» in data 4 ottobre 1900, e nelle sue conferenze Cantor tenute alla Society of Arts in novembre e dicembre 1900. Un ulteriore perfezionamento si è ottenuto con la combinazione dei due sistemi. In questo caso i cilindri vengono collegati al secondario del trasformatore trasmittente, e il ricevitore a una bobina debitamente accordata, e tutti i circuiti deb-

bono esser accordati sullo stesso periodo come sopra descritto (fig. 16).

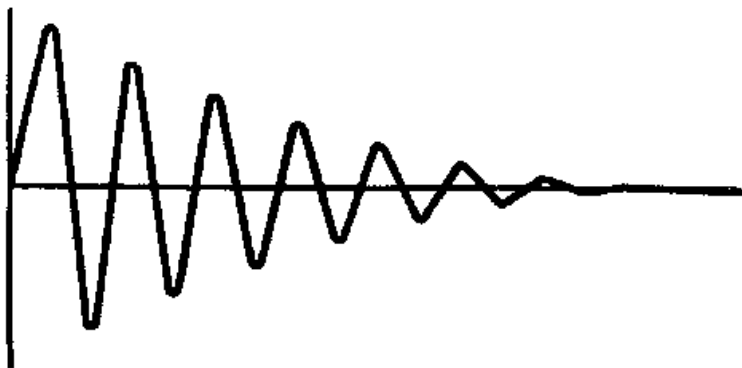



Fig. 10.

L'aver accordato il ricevitore sul periodo del trasmettitore, come nella vecchia forma di trasmettitore mostrato nella figura 1, o nella nuova mostrata nella figura 7, ha permesso di ottenere dei risultati a considerevoli distanze con moderate altezze.

Come già ebbe a pubblicare il dott. Fleming nella conferenza sopra citata, si poterono, con successo, trasmettere dei segnali a una distanza di 50 chilometri con un cilindro alto solamente 1,25 metri con un diametro di 40 pollici.

Si è giunti così a poter costruire degli apparecchi portatili per uso dell'esercito, i quali dovrebbero essere utilissimi sul campo. Io sono riuscito a costruire un impianto completo montato su autocarro a vapore. Sul tet-

to del carro è collocato un cilindro, il quale può venire abbassato durante il viaggio, essendo esso alto solo sei o sette metri; con tale mezzo è facile mettersi in comunicazione con una stazione sintonizzata a una distanza di 31 miglia. Un rocchetto d'induzione con una lunghezza di scintilla di 25 centimetri, alimentata da accumulatori e richiedente circa 100 watt, viene usato per la trasmissione e gli accumulatori possono esser ricaricati da una piccola dinamo azionata dal motore del carro. Io ritengo che tale applicazione avrebbe potuto essere utile alle guarnigioni assediate nel Sud Africa e nella Cina.

Una striscia di rete metallica posata sul suolo è sufficiente per il collegamento con la terra e, trascinandola, si può stabilire la comunicazione anche quando il carro sia in moto. Recentemente ho ottenuto risultati altrettanto buoni non usando nessun collegamento con la terra, ma solo utilizzando, al posto della terra la stessa capacità elettrica della caldaia dell'autocarro. Ho trovato pure che si possono trasmettere segnali a distanza considerevole col cilindro in posizione orizzontale.

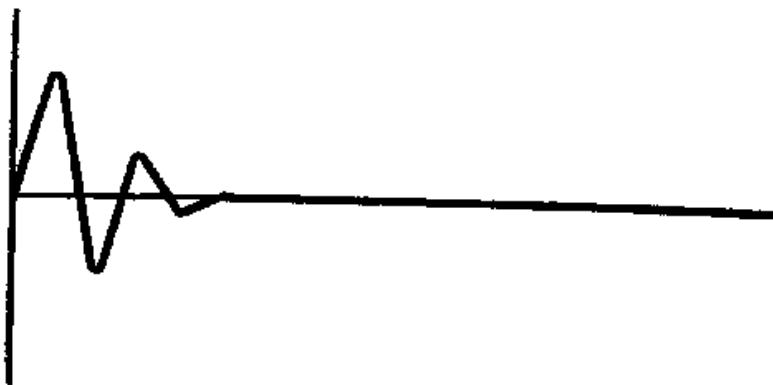



Fig. 11.

Nella scorsa primavera mi resi conto di quanto fossero opportuni esperimenti fra stazioni situate a distanze maggiori di quelle sinora provate[9]. Venne impiantata una stazione a Lizard (Cornovaglia) e al primo tentativo si stabilì la comunicazione con St. Catherine, nell'isola di Wight, ad una distanza di 186 miglia; ciò che, credo, costituisca il massimo della distanza a cui è possibile inviare segnali senza l'ausilio dei fili. È interessante notare che i segnali furono ottenuti a tale distanza con l'apparecchio trasmittente quale è indicato nella figura 1, o con la disposizione come nella figura 7, sempre a condizione che nella stazione ricevente venisse adoperata una bobina d'induttanza opportunamente accordata.

La quantità d'energia impiegata per far segnalazioni su tale distanza non supera i 150 watt, ma fra breve verranno fatti esperimenti con una quantità d'energia mag-

[9] V. «The Electrician», 15 febbraio 1901, pag. 609.

giore. Nel caso della trasmissione a 186 miglia il conduttore aereo consisteva in quattro fili verticali paralleli, distanti m. 1,50, lunghi m. 48 o in una striscia di rete metallica della medesima lunghezza.

È interessante notare che, per comunicare tra le mie stazioni a Poole e a St. Catherine (distanza 31 miglia) con la medesima quantità d'energia e il medesimo tipo di filo aereo, quest'ultimo deve essere alto m. 20, onde ottenere segnali circa della medesima intensità di quelli ottenuti tra le stazioni di 186 miglia con gli aerei di 48 metri. Questo conferma molti altri risultati ottenuti in precedenza, i quali indicano che, a parità delle altre condizioni, la distanza varia col quadrato dell'altezza dei conduttori verticali delle due stazioni. Ho sempre trovato questa legge soddisfatta, se le altezze dei conduttori nelle due stazioni sono approssimativamente eguali, sebbene si sia tentato recentemente di metterne in dubbio l'esattezza.

Ammetterete che il progresso raggiunto dalla telegrafia sintonica attraverso lo spazio deve avere enormemente allargato il campo di applicazione e di utilità di essa, dato che ora è possibile far funzionare un numero assai esteso di stazioni in immediata vicinanza senza che si abbiano interferenze.

È forse interessante che io vi dia alcuni esempi del progresso compiuto nell'utilizzazione pratica del mio sistema. Un eminente elettrotecnico espresse recentemente il dubbio che vi fosse attualmente un solo circuito che

lavorasse commercialmente con un sistema pratico di radiotelegrafia[10].

Se trarre un guadagno dal funzionamento degli impianti può chiamarsi un'attività, anche una lista incompleta, come il tempo mi permette ora di darvela, di essi, i quali tutti lavorano attualmente in permanenza, può essere sufficiente a provare che esiste almeno un principio di utilizzazione commerciale del sistema.

Nel marzo 1900 erano in uso nella Flotta Reale nelle acque sudafricane cinque impianti del mio sistema. A quanto pare l'Ammiragliato era soddisfatto del loro funzionamento, poichè nel maggio dell'anno scorso esso decise di estendere l'impiego di tale sistema ad altre 32 stazioni sia navali sia terrestri. Le condizioni del contratto erano che ciascun apparecchio prima di venire accettato, dovesse in modo soddisfacente esser messo in funzione da segnalatori navali, tra due bastimenti ancorati a Portsmouth e a Portland ad una distanza di 62 miglia, delle quali una parte considerevole, cioè 18 miglia, sono su terra, con colline interposte; inoltre era specificato che l'altezza del filo aereo non dovesse superare. sopra ogni nave, i 49 metri. L'apparecchio venne consegnato in un tempo relativamente breve, non essendosi trovato nessuna parte che non fosse soddisfacente. L'apparecchio fornito all'Ammiragliato è per ora del vecchio

[10] V. «The Electrician», 30 novembre 1900, pag. 211 ed articolo editoriale a pag. 205.

tipo, vale a dire a sistema non sintonizzato, e mi hanno informato che sono stati trasmessi e ricevuti messaggi di segnalatori navali tra navi distanti più di 160 chilometri. Accade talvolta che la scarsa dimestichezza degli operatori col particolare tipo di apparecchio adoperato sia causa di risultati non soddisfacenti, ma io credo che tale inconveniente scomparirà presto. Sono soddisfatto di poter affermare che si stanno prendendo disposizioni onde installare il mio nuovo apparecchio sintonico sopra alcune navi di Sua Maestà. Io credo che in nessun'altra flotta del mondo la radiotelegrafia funzioni regolarmente a distanze tanto considerevoli. Il mio sistema viene pure impiegato per comunicazioni fra il Borkum Riff e la nave faro di Borkum in Germania, ove si applica una tariffa commerciale ordinaria per messaggi ricevuti da bordo delle navi; esso è impiegato inoltre sul piroscafo postale del Nord Deutscher Lloyd, *Kaiser Wilhelm der Grosse*.

Secondo un rapporto ufficiale delle autorità postali imperiali di Oldenburg, il numero totale di radiotelegrammi commerciali trasmessi e ricevuti dalla nave faro tra il 15 maggio e la fine di ottobre ammontano a 565, e di essi 518 venivano da navi in navigazione, mentre 47 erano trasmessi alle navi. Dei 518 telegrammi il 35,7 % erano indirizzati al Nord Deutscher Lloyd ed il 64,3 % ad altre compagnie di navigazione. Gl'impianti vengono messi in funzione da operatori normali in modo assai soddisfacente, ed in una circostanza si ottenne aiuto per

un uomo ammalatosi all'improvviso al Borkum Riff, sicchè fu possibile portarlo subito a terra per sottoporlo alle cure mediche.

Il sistema è stato messo in funzione a La Panne, e sul vapore postale belga *Princesse Clémentine* che fa il servizio con Dover. Con un'antenna di soli 22 metri a bordo, è stato possibile comunicare dal porto di Dover a La Panne, a 43 miglia di distanza, e questo impianto si è mostrato utile nel salvare vite ed averi. Così, di recente, una barca naufragò sul Battel Bank. Il *Princesse Clémentine* che si trovava a passare nelle vicinanze, inviò subito un messaggio a Ostenda e prima di allontanarsi potè comunicare ai marinai naufraghi che i soccorsi erano in viaggio. Gli uomini furono tutti salvati[11]. Un altro giorno, arrivando in vista della nave faro di Ruytingen, situata a circa 15 miglia e ½ da Dunkirk, il capitano della *Princesse Clémentine* osservò che gli venivano trasmessi dei segnali. Si apprese così che la lanterna della Ruytingen si era guastata. Il capitano del vapore postale inviò immediatamente un messaggio che venne ricevuto dalla stazione di La Panne e ripetuto al dipartimento delle navi faro a Dunkirk. Una squadra partì subito alla volta della nave faro ed eseguì le riparazioni necessarie, evitando così il grave inconveniente e pericolo di una nave faro colla lanterna non in efficienza

[11] V. «The Electrician», 15 marzo 1901, pag. 267.

Un altro esempio dell'utilità della radiotelegrafia in caso di pericolo si ebbe quando la stessa *Princesse Clémentine* ebbe ad incagliarsi sulla costa belga durante la nebbia. Pochi minuti dopo l'incidente, la notizia fu telegrafata a Ostenda, col risultato che un rimorchiatore venne subito mandato in soccorso ed essa potè esser disincagliata alla prossima alta marea. L'impianto della radiotelegrafia si è mostrato così utile sul vapore postale *Princesse Clémentine* tra Dover e Ostenda, che un apparecchio consimile sta per essere installato negli altri bastimenti della medesima flotta.

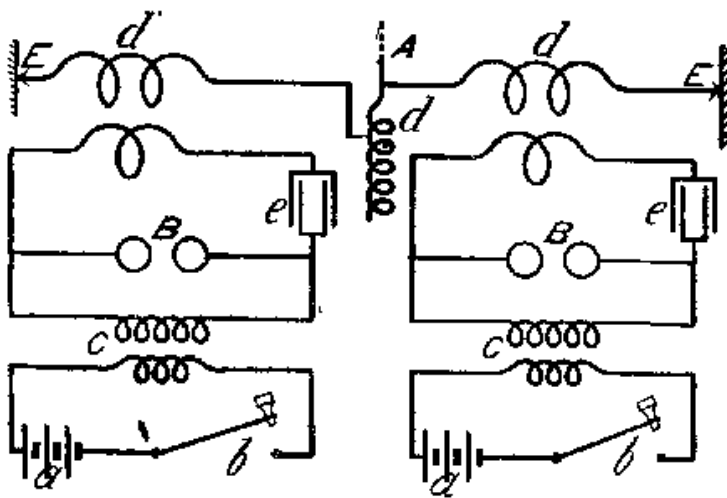



Fig. 12.

Inoltre tale sistema è stato usato dal 1° marzo scorso per la comune telegrafia commerciale tra le isole Sand-

wich, ove si applica ad esso una tariffa regolare. Un impianto è stato pure portato a termine con successo dai miei assistenti, per conto del Governo francese, tra Antibes, in Francia, e la Corsica, alla distanza di 124 miglia.

Come già è stato pubblicato sui giornali quotidiani, si è fatto grande uso del mio sistema nella flotta, durante il viaggio del Duca e della Duchessa di Cornovaglia e di York, in Australia.

Recentemente ho cercato di indagare in che misura un radiatore che stia irradiando onde di una data frequenza, debba esser vicino ad un ricevitore accordato su una frequenza diversa, perchè tale ricevitore possa esser eccitato. Ho trovato che se impieghiamo oscillazioni di periodo molto diverso, un trasmettitore capace di inviare segnali a 31 miglia ad un ricevitore accordato non ne ecciterà uno non accordato a 50 metri. Se i periodi di oscillazione dei due circuiti accordati sono più vicini l'uno all'altro, il ricevitore non accordato può venire eccitato anche ad alcuni chilometri.

Nelle mie stazioni sperimentali vien fatto tuttora un uso considerevole del sistema non accordato onde poter comunicare con navi fornite di quello che io chiamo il vecchio sistema, ed anche per poter comunicare con la stazione navale di Portsmouth.

Prima di concludere, desidero dire qualche parola circa un metodo proposto dal prof. Slaby, e col quale ho fatto pure alcuni esperimenti. Lo Slaby usa come trasmettitore un dispositivo come quello mostrato (fig. 13),

che consiste in un conduttore verticale nel quale è inserito un condensatore K ed uno spinterometro B. L'estremità del filo non è libera, bensì collegata alla terra attraverso un'induttanza C D ed un filo E.

Alla stazione ricevente viene usato il dispositivo indicato nella figura 17. Esso consiste in un conduttore verticale D C, collegato alla terra in C, che dovrebbe essere il punto nodale delle onde indotte nel filo D C, e in cui viene aggiunto un altro filo detto filo di estensione, di uguale lunghezza.

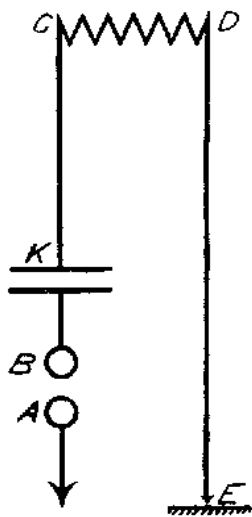
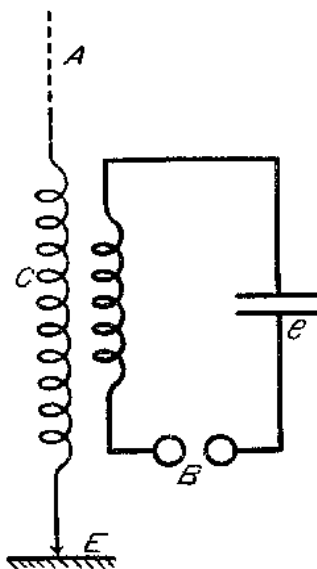



Fig. 13. Fig. 14.

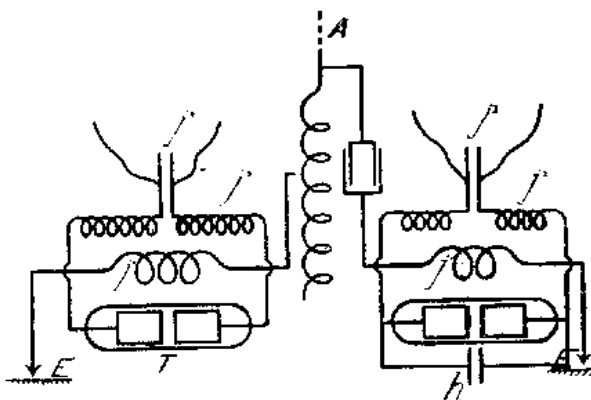



Fig. 15.

In questo caso lo Slaby colloca un apparecchio da lui chiamato «moltiplicatore» collegato al coesore tra l'estremità del filo di estensione e la terra, oppure con altra disposizione (fig. 17) egli impiega un filo a cappio F G H D C E, collocando il moltiplicatore tra E e F, in serie col filo estensibile J. Con questo circuito lo Slaby, il 22 dicembre dell'anno scorso dimostrò come fosse possibile ricevere due diversi messaggi inviati da due stazioni trasmittenti situate a distanze ineguali dalla stazione ricevente, una di esse a 4 chilometri e l'altra a 14. Egli ottenne così un risultato che può ritenersi consimile a quello ottenuto da me alcuni mesi prima, sopra distanze maggiori (vedi la lettera del prof. Fleming al «Times» del 4 ottobre 1900). L'informazione data nell'articolo di Slaby nell'«Elektrotechnische Zeitschrift» è assai incompleta. Non ci vien detto quale fosse l'ammontare di energia impiegata per la trasmissione, nè l'altezza del

conduttore verticale della stazione ricevente o di quella trasmittente, ad Abersprec Kablewerke. Ci vien detto soltanto che il filo trasmittente era sospeso tra i comignoli. Assai scarse informazioni ci vengon date circa l'applicazione di ciò che il dott. Slaby chiama un moltiplicatore. G. Kapp, che è probabilmente a conoscenza dei particolari del lavoro di Slaby, commentando questo suo scritto, chiama lo strumento in questione «una bobina d'induzione avvolta in modo particolare» («Induktion spole»), la cui funzione è di accrescere la f. e. m. delle oscillazioni alle estremità del coesore. Dopo aver letto questo per la prima volta, io supposi che il moltiplicatore fosse un trasformatore di oscillazioni che facesse la funzione di quelli descritti nel mio brevetto del 1° giugno 1898, e descritti pure nella mia conferenza del 2 febbraio 1901 alla Royal

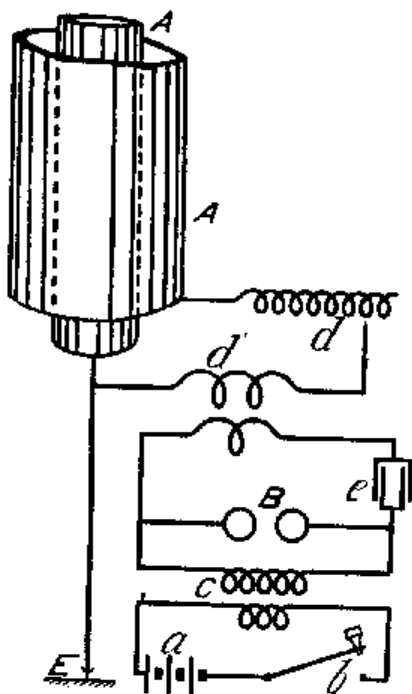



Fig. 16.

Institution. Tuttavia, come scopersi in seguito, il prof. Slaby, riferendosi al moltiplicatore, afferma: «Questo apparecchio, nella sua forma più semplice, consiste in una bobina di filo di una determinata forma e modo di avvolgimento, che dipende dalla lunghezza d'onda... Chiamerò questo apparecchio, che secondo quanto mi risulta è finora sconosciuto, un moltiplicatore. Esso non è da confondersi con un trasformatore, poichè non possiede avvolgimento secondario».

Tale affermazione mi sembra ambigua, poichè io ho sempre inteso che ciò che noi chiamiamo trasformatore non ha bisogno di un avvolgimento secondario distinto. Un'applicazione di esso, detta auto-trasformatore, venne usata dalla Westinghous Company per regolare la f. e. m. fornita per gli impianti di illuminazione delle case. Esso consisteva in un avvolgimento unico di cui un certo numero di spire agisce in modo induttivo su quelle adiacenti. (Vedi: *The alternate current Transformer* di J. A. Fleming, vol. 2°, pag. 187-188).

Uno dei primi trasformatori che si siano fatti è indicato nella pubblicazione sopra citata, volume 2, pagine 6 e 7. A pagina 6 leggiamo: «In realtà il Page fece il primo esperimento di auto induzione e dimostrò che parti diverse del medesimo conduttore possono, qualora siano contigue, agire reciprocamente come circuiti primario e secondario».

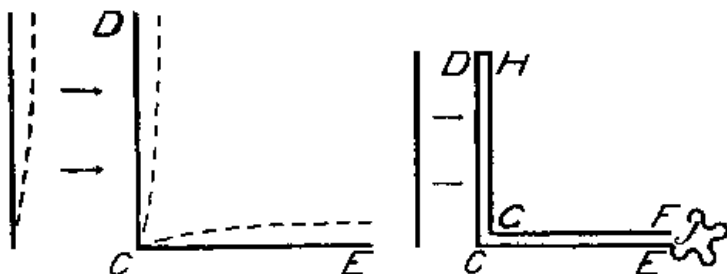



Fig. 17.

Io installai l'apparecchio descritto dallo Slaby a Niton, nell'isola di Wight, ed a Poole, adoperando fili alti 35 metri, ma col filo ricevente messo a terra nel punto C del cappio (fig. 17), non potei ricevere nulla sebbene provassi varie frequenze di oscillazione. Tuttavia è probabile che avrei potuto ricevere se avessi lavorato su distanze molto più corte di 50 chilometri, come fece lo Slaby nella sua dimostrazione, o se avessi adoperato una maggiore altezza di fili.

Usando tuttavia il mio metodo di collegamento, vale a dire introducendo tra il filo verticale e la terra un trasformatore di oscillazione avente i suoi circuiti accordati sulla frequenza data da un normale conduttore irradiante verticale di lunghezza eguale al filo A C di Slaby, io riuscii, per mezzo di coesori estremamente sensibili, ad ottenere la comunicazione. Tentai allora il seguente esperimento: tolsi il filo di terra E D e l'induttanza D C e usai soltanto il conduttore A C isolato insieme col condensatore nel circuito trasmittente. Si ottenne subito

un enorme rinforzamento dei segnali nel ricevitore, ciò che naturalmente significa una maggiore comodità di funzionamento e la possibilità di ottenere segnali a maggiore distanza. Le ragioni che dimostrano come un circuito chiuso, come quello impiegato da Slaby, debba essere un debole radiatore appaiono ovvie a chi abbia studiato e letto i lavori classici pubblicati sin dall'epoca degli esperimenti di Hertz. Tuttavia il dott. Slaby afferma che l'induttanza all'estremità del suo cappio limita le oscillazioni alla parte verticale di A C. Se è così, la frequenza di tali oscillazioni locali non può essere eguale a quella dell'intero circuito A C D E che, se le traduzioni del lavoro di Slaby alle quali mi riferisco sono esatte, si afferma sia molto facile da calcolare.

Ritengo che, nonostante l'induttanza C D, una considerevole quantità di energia debba passare alla terra attraverso il filo di terra, che agisce così come un disperditore di energia che viene dissipata inutilmente invece di essere irradiata nello spazio sotto forma di onde elettriche.

Se tali considerazioni sono esatte, io non vedo affatto perchè sia necessario usare il conduttore collegato alla terra E D e l'induttanza. Ciò non è necessario per ottenere effetti sintonici da stazioni trasmittenti situate a distanze ineguali dal ricevitore, poichè questo può ottenersi adoperando la forma primitiva di trasmettitore come si vede nella figura 1. Nè lo Slaby ha ancora descritto come ottenere messaggi diversi da trasmettitori situati a

distanze eguali dai ricevitori, ciò, che, secondo la mia esperienza, è assai più difficile; inoltre col metodo da lui descritto non sembra possibile trasmettere contemporaneamente messaggi diversi da un medesimo filo trasmittente, così come si può fare col sistema da me esposto. La distanza ottenuta col dispositivo trasmittente chiuso dev'essere relativamente piccola.

Come già ho affermato, col mio sistema viene ora mantenuta una comunicazione su una distanza di 300 chilometri, ma non mi risulta che si siano raggiunti neppure i 100 chilometri col trasmettitore a cappio. Si può dire che le lunghe distanze di trasmissione non sono necessariamente un vantaggio, ma io faccio notare che alla flotta occorrono apparecchi a grande distanza.

Ho pure sperimentato nel ricevitore collegamenti simili al filo di estensione di Slaby, ma trovo che il vero filtraggio delle onde si compie nel trasformatore di oscillazione, sebbene talvolta si possa desiderare di aumentare il periodo di oscillazione del conduttore aereo aggiungendovi induttanza o invece di diminuire il suo periodo collocando in serie con esso un adatto condensatore.

Spero che nessuno vorrà pensare che io desideri diminuire in alcun modo l'importanza del lavoro di Slaby. Desidero solo attenermi ai fatti, e provocare una discussione su un tema di grande interesse.

La scarsità del tempo non mi permette di riportare numerosi esperimenti dei quali ora mi occupo che sono

stati compiuti da altri, ma spero di poter descrivere migliori risultati ad una prossima occasione.

Io son giunto alla conclusione che i giorni del sistema non accordato siano contati. L'etere, sopra il Canale della Manica, è divenuto estremamente animato in conseguenza della grande attività radiotelegrafica, ed un ricevitore non accordato va ricevendo da varie fonti messaggi o parte di messaggi che spesso rendono illeggibile quel messaggio che si vorrebbe ricevere. Tuttavia sono lieto di annunciare che ho ora approntato degli apparecchi sintonici adatti a scopi commerciali.

E, come ultima parola, per ora, sopra questo argomento in generale, lasciatemi dire che coloro ai quali è dovuta la recente evoluzione della radiotelegrafia come scienza pratica, non possono fare a meno di trovare grande soddisfazione nel pensiero che tale scienza ha già salvato delle vite le quali si sarebbero perdute senza di essa, così come probabilmente, in un prossimo avvenire, oltre alle sue molteplici possibilità commerciali, sia pur utili, l'umanità dovrà riconoscere nella telegrafia senza fili attraverso lo spazio, la maggior salvaguardia che mai si sia immaginata per ridurre i pericoli della gente di mare del mondo intero.

DISCUSSIONE.

Il dott. FLEMING F. R. S. dice che essendogli stato concesso di andare dietro le quinte e vedere parte degli ap-

parecchi prima che venissero resi pubblici, egli può interamente confermare le parole di Marconi circa i suoi esperimenti. Nella radiotelegrafia sintonica è stato fatto un gran passo avanti. Il soggetto non è nuovo; in realtà relativamente ad esso furono presi numerosi brevetti, la maggior parte dei quali, però, rappresentava più speranze che esperienze. Malgrado le numerose rivendicazioni di priorità in materia egli ha la più profonda convinzione che Marconi sia la prima persona che abbia ottenuta oggigiorno una vera telegrafia sintonica con onde elettriche. Egli ha compiuto ciò grazie all'aver seguìto, fino alla loro logica conclusione, i principî scientifici fondamentali del soggetto che ha così chiaramente affermato e, fra questi, quello circa la distinzione tra circuito irradiante e non irradiante.

Numerosi inventori e detentori di brevetti hanno asserito di aver ottenuto la telegrafia sintonica con un semplice radiatore isolato ad aereo aperto del tipo Marconi. Sebbene sia possibile produrre con tal mezzo una specie di telegrafia sintonica spuria, non è però possibile ottenere la telegrafia sintonica vera, perchè l'aereo produce semplicemente una specie d'impulso o esplosione dell'etere, e non un vero treno d'onde. Ottenere la vera telegrafia sintonica con tali mezzi sarebbe come far schioccare una frusta schioccandone un'altra in prossimità. Quando si prese un circuito chiuso, che è un potente assorbitore di energia elettrica e si associò ad un circuito irradiante, si ottenne un mezzo per produrre un vero tre-

no di onde. Accordando insieme questi due circuiti si compiva un grande progresso rispetto a quanto era stato fatto in precedenza. G. Marconi ha costruito non solo un ricevitore capace di ricevere treni d'onda, ma capace anche di non ricevere quelli che non gli sono destinati. Nessun treno d'onde agisce sul suo ricevitore sintonico se non abbia un particolare periodo. Si può trovare un'analogia con un sughero galleggiante sull'acqua il quale viene spinto in alto e in basso dalle onde che lo sorpassano, mentre un pesante trave di legno galleggiante sull'acqua e fissato al fondo del mare da una molla a spirale, verrebbe spinto in alto e in basso soltanto dalle onde aventi una determinata periodicità. Il primo corrisponde a un semplice coesore e il secondo a un ricevitore sintonico del tipo descritto qui. Egli è interamente d'accordo con Marconi quando afferma che i giorni della telegrafia non sintonica sono contati, poichè nessuno vorrebbe scegliere un ricevitore capace di venire eccitato da qualsiasi onda vagante allorchè si può usare un apparecchio come l'ultimo tipo di ricevitore Marconi. Tra le possibilità relative all'invenzione vi è quella che sarebbe possibile provvedere immediatamente l'Ammiragliato e l'Amministrazione Postale di apparecchi aventi la frequenza dell'Ammiragliato e dell'Amministrazione Postale e far registrare la frequenza così come vien fatto registrare un indirizzo telegrafico, cosicchè nessun altro possa adoperare quella medesima frequenza. Egli ebbe il privilegio di viaggiare sull'autocarro descritto dal con-

ferenziere allorchè, lontano molte miglia dalla loro sede, avevano potuto comunicare coll'albergo e ordinare la colazione. Concludendo, egli fa le sue più vive congratulazioni a G. Marconi per gli innumerevoli progressi compiuti nel perfezionamento della sua prima invenzione.

Il capitano Kennedy desidera spiegare, quale atto di semplice giustizia verso G. Marconi, alcuni punti relativi all'impiego del sistema nel Sud Africa. Venne a un tratto concepita l'idea, e rapidamente attuata, di inviare apparecchi e operatori onde impiantare il sistema a Durban. Ma invece di fare l'impianto in quel porto esso fu inviato al fronte. Non si poterono avere pali e i tentativi di sostituirli con aquiloni e palloni fallirono. Per mancanza di personale e di materiale adatto il progresso era lento, e, talvolta, il lavoro veniva ad arrestarsi. Arrivando nel Natal, alla prima opportunità, egli passò l'intero impianto al capitano Percy Scott, il quale lo adoperò nel modo più soddisfacente a bordo delle navi a Durban sinchè non lasciò il Sud Africa. Le operazioni alla Colonia del Capo furono del tutto sperimentali ed avrebbero avuto successo qualora ve ne fosse stata l'opportunità.

Il Presidente, proponendo un voto di ringraziamento a G. Marconi per il suo ammirevole discorso, dice che, dopo aver ascoltato quanto la radiotelegrafia ha già compiuto pel salvataggio di vite e di navi ci si rende

conto perchè l'oratore, sebbene così giovane, abbia acquistato fama, perchè abbia guadagnato quel più tangibile successo che si accompagna talvolta alla fama ma spesso anche non si accompagna ad essa, e si capisce anche come egli abbia acquistato ciò che deve essergli più caro della fama e della ricchezza; la gratitudine di tutti i popoli per aver così coraggiosamente sviluppato un nuovo senso universale. Egli ritiene che, pur essendone tuttora lontani, si vada gradualmente avvicinandosi a distanza sensibile alla realizzazione di una profezia che egli osò fare quattro anni addietro, di un tempo in cui chi desiderasse chiamare un amico ma non sapesse dove, chiamerebbe con forte voce elettromagnetica, udita da chi avesse l'orecchio elettromagnetico, ma non udibile da chi non lo avesse: «Dove sei?». E verrebbe una debole risposta: «Sono nel fondo di una miniera di carbone, sto attraversando le Ande, sono nel mezzo del Pacifico». O, forse, malgrado ogni richiamo, nessuna risposta verrebbe e la persona saprebbe così che l'amico è morto. Si pensi a cosa ciò significhi, si pensi ai richiami che vanno ogni giorno da una stanza all'altra di una casa, e poi si pensi al richiamo che va da un polo all'altro; e non un balbettio ma un richiamo udibile da colui che deve udire ed affatto muto per gli altri; è qualche cosa di simile al mondo dei sogni e degli spiriti, non il paese degli spiriti da immaginazioni eccitate quali le coltiva la Società di Ricerche Psichiche, ma una reale comunicazione a distanza basata su reali leggi fisiche.

Vedendo i giovani volti di tanti fra i presenti egli si sente pieno d'invidia perchè essi, e non lui, potranno assai probabilmente vivere sino a vedere adempiuta la sua profezia.

La dichiarazione viene unanimamente applaudita.

Marconi ringrazia il dott. Fleming per le sue gentili osservazioni: a lui egli è anche debitore di validi consigli su vari punti che non gli riusciva di capire e nei quali le conoscenze teoriche del dott. Fleming furono di grande aiuto. Riferendosi alle osservazioni del capitano Kennedy, egli desidera dare una spiegazione. Allorchè scoppiò la guerra nel Sud Africa, gli venne chiesto se potesse mandare laggiù il suo apparecchio. I suoi soci, di rimando, fecero due proposte: 1° inviare apparecchi per farli funzionare sul fronte e 2° per farli funzionare tra stazioni costiere e i trasporti a Durban. La proposta di adoperare gli apparecchi al fronte non fu allora accettata dal Ministero della Guerra. L'apparecchio venne inviato senza pali, perchè lo avevano informato che se ne sarebbero trovati a Durban. All'arrivo nel Sud Africa i suoi assistenti coraggiosamente si offersero volentieri per andare al fronte, ritenendo che il sistema potesse operare con vantaggio per l'Esercito inglese, ma giunti al fronte non si poterono trovare pali sui quali innalzare i fili. In quel tempo, con quel sistema antico, ciò era assolutamente necessario. Il capitano Baden Powell venne in soccorso con alcuni aquiloni ben progettati e si trasmi-

sero segnali su 18 miglia. Sebbene il sistema non venisse mai impiegato durante le operazioni nel Sud Africa, questo non fu colpa del sistema stesso. Concludendo, egli ringrazia il Presidente per le sue osservazioni e si dice fiducioso di poter perfezionare in modo considerevole quanto già ha compiuto ed ottenere migliori risultati sia per terra sia per mare. Egli desidera pure ringraziare il Consiglio della Society of Arts per avergli chiesto di tenere la Conferenza, e l'Assemblea per l'amabilità con cui ha apprezzato i suoi sforzi.

EFFETTO DELLA LUCE SOLARE SULLA PROPAGAZIONE DEGLI IMPULSI ELETTROMAGNETICI A GRANDE DISTANZA[12]

Durante alcune prove di telegrafia attraverso lo spazio a grande distanza effettuate alla fine del febbraio scorso fra la stazione trasmittente di Poldhu, sulle coste della Cornovaglia, e una stazione ricevente collocata a bordo del bastimento americano *Philadelphia* diretto da Southampton a New York, ho avuto l'opportunità di notare, per la prima volta durante le mie esperienze, considerevoli differenze nelle distanze alle quali era possibile ricevere le oscillazioni durante il giorno, rispetto a quelle a cui gli stessi effetti potevano essere ottenuti durante la notte.

Prima di descrivere i risultati ottenuti, può essere utile dare una breve descrizione del tipo di apparecchio usato nella stazione trasmittente e nella stazione ricevente.

[12] Nota presentata dal dott. J. A. Fleming, F. R. S. ricevuta il 10 giugno, letta il 12 giugno 1902. Dai «Resoconti della Reale Società di Londra».

Il trasmettitore di Poldhu era simile in principio a quello da me usato nelle precedenti esperienze[13], ma il conduttore elevato della stazione trasmittente era molto più lungo, e il potenziale a cui esso era portato in corrispondenza del valore di cresta di ogni oscillazione elettrica era assai più grande di quelli raggiunti precedentemente. Il conduttore elevato trasmittente consisteva in cinquanta fili di rame nudi disposti press'a poco verticalmente e sospesi per un estremo ad un filo orizzontale teso fra due pali di 48 metri di altezza e distanziati di 60 metri.

Questi fili erano distanziati l'uno dall'altro di circa un metro alla estremità superiore, mentre all'estremità inferiore erano riuniti insieme e collegati agli apparecchi trasmittenti. Il potenziale al quale erano portati questi conduttori durante la trasmissione era sufficiente a produrre delle scariche fra il vertice dei detti fili e un conduttore messo a terra posto alla distanza di cm. 30[14].

L'impianto d'energia elettrica della stazione di Poldhu per la generazione delle onde elettriche della frequenza che desideravo usare, fu effettuato dal dott. Fleming il quale studiò parecchi dettagli pratici per la produzione e

---

[13] V. «Journal of the Society of Arts», vol. 20, pag. 506-517.

[14] Nota, *aggiunta* il 5 luglio 1902. La distanza di scarica era effettivamente di circa cm. 30, ma per un errore del relatore fu alterata a mm. 50, come comparve nella prima edizione. Fu correttamente stabilito che nel manoscritto originale era indicata come di cm. 30.

il controllo delle oscillazioni elettriche. Questi, insieme coi dispositivi introdotti da me e col mio sistema speciale di sintonizzazione dei circuiti induttivi, hanno permesso di costruire un impianto di generazione di onde elettriche di potenza assai maggiore di quelli finora costruiti.

Nella stazione ricevente montata a bordo del bastimento, veniva usato uno dei miei ricevitori del tipo di quello descritto nella nota su citata della Society of Arts, e i segnali venivano registrati su striscia mediante un ricevitore Morse.

Un trasformatore ricevente, accuratamente accordato sul periodo delle oscillazioni elettriche irradiate dalla stazione trasmittente di Poldhu, era collegato col coesore nel modo solito.

Il conduttore elevato ricevente era costituito da quattro fili approssimativamente verticali sostentati dall'alberatura della nave, cosicchè la loro estremità superiore veniva a trovarsi a circa 60 metri sul livello del mare. Essi erano collegati per la loro estremità inferiore con lo strumento ricevente.

I miei assistenti di Poldhu avevano ricevuto istruzioni di inviarmi una successione di «s» e un breve messaggio ad una certa velocità prestabilita, ogni dieci minuti intrammezzandoli con cinque minuti di silenzio, durante le seguenti ore: dalle 12 all'1 antimeridiane, dalle 6 alle 7 antimeridiane, dalle 12 all'1 pomeridiane e dalle 6 alle 7 pomeridiane del tempo medio di Greenwich, ogni

giorno, dal 23 febbraio al 1° marzo incluso. A bordo del *Philadelphia* io non notai una differenza apparente tra i segnali ricevuti durante il giorno e quelli ricevuti durante la notte, fino a che il bastimento non raggiunse una distanza di 500 miglia da Poldhu. A distanze maggiori di 700 miglia, però, i segnali trasmessi durante il giorno scomparvero completamente mentre quelli trasmessi durante la notte rimasero forti fino a 1551 miglia ed erano chiaramente decifrabili fino a una distanza di 2099 miglia da Poldhu.

È interessante notare che nel periodo in cui questi esperimenti vennero fatti, la luce del sole a Poldhu andava rapidamente aumentando fra le 6 e le 7 antimeridiane e sul *Philadelphia* notai che, a distanze superiori alle 700 miglia dalla stazione trasmittente, i segnali erano, alle 6 antimeridiane chiari e distinti, mentre a partire dalle 7 antimeridiane essi divenivano a poco a poco più deboli fino a scomparire completamente: la loro intensità diminuiva cioè apparentemente in proporzione con l'aumentare della luce solare a Poldhu. Non si notava alcun indebolimento dei segnali durante le ore fra la mezzanotte e l'una antim.

In vista di ulteriori prove in connessione con queste constatazioni feci altri esperimenti fra la stazione di Poldhu e una stazione ricevente in tutti gli aspetti simile a quella del *Philadelphia*, posta a North Haven, Poole, Dorset. La distanza fra North Haven e Poldhu è di circa 152 miglia, delle quali 109 sono di mare e 43 di altopia-

no. Si è trovato che i segnali di Poldhu potevano essere ricevuti in modo perfetto a North Haven durante la notte quando quattro fili verticali alti 12,10 metri erano usati con gli apparecchi riceventi, mentre, tutte le condizioni restando immutate, l'altezza, dei fili richiesta durante il giorno per ricevere i segnali con la medesima chiarezza era di 18,5 metri.

La causa di questa diversità osservata fra gli effetti ottenuti durante la notte rispetto a quelli ottenuti durante il giorno può consistere nella diselettrificazione del conduttore elevato trasmittente sotto l'influenza della luce solare.

Le oscillazioni elettriche nel conduttore elevato trasmittente, a causa dell'influenza di selettrizzatrice della luce solare, possono cioè trovare difficoltà nel raggiungere le ampiezze che raggiungono durante l'oscurità.

La diselettrificazione di corpi metallici carichi negativamente sotto l'effetto della luce è stata osservata da parecchi sperimentatori[15] e poichè ogni semi-oscillazione del conduttore elevato trasmittente lo deve necessariamente caricare negativamente, l'effetto dissipativo della luce ad ogni due alternanze dell'onda elettrica nel filo trasmittente può essere sufficiente a determinare un'effettiva diminuzione nell'ampiezza delle oscillazioni.

---

[15] V. i lavori di Elster e Gzitel in «Wiedemann's Annales», pag. 38-40 e anche pag. 497; v. anche prof. Righi in «Comptes Rendus», vol. 107, pag. 559.

Altre prove vennero eseguite allo scopo di accertare se l'illuminazione dello spinterometro del trasmettitore aveva qualche effetto sugli impulsi trasmessi e, a tale scopo, gli scaricatori sferici vennero chiusi in una scatola opaca alla luce. Nessuna differenza sensibile fu però notata nell'intensità dei segnali ricevuti tanto se gli scaricatori erano esposti alla luce solare quanto se non lo erano.

Sarebbe interessante accertare se gli stessi effetti si osservano quando si usano conduttori elevati trasmittenti ricoperti di materiale isolante opaco alla luce ordinaria.

Io non ho notata nessuna differenza apprezzabile nelle distanze alle quali i segnali si ricevono durante il giorno e durante la notte nel corso dei numerosi esperimenti fatti con impianti non destinati a grandi distanze e nei quali la potenza elettrica utilizzata alla stazione trasmittente era molto piccola rispetto a quella usata nella stazione di Poldhu.

Probabilmente il potenziale molto più alto al quale il conduttore elevato di Poldhu era caricato può notevolmente favorire il verificarsi di perdite per effetto della diselettrificazione causata dalla luce del giorno.

Spero di poter fare uno studio completo degli effetti descritti in questa Nota, nel corso di ulteriori prove a grande distanza che saranno intraprese fra breve.

SU UN RIVELATORE MAGNETICO DI ONDE ELETTRICHE UTILIZZABILE COME RICEVITORE PER TELEGRAFIA ATTRAVERSO LO SPAZIO[16]

La presente Nota riguarda il modo speciale con cui un nucleo o una sbarra di ferro o di acciaio posto in un campo magnetico variabile reagisce alle oscillazioni di alta frequenza provenienti da considerevoli distanze.

La magnetizzazione e la smagnetizzazione degli aghi di acciaio per effetto delle oscillazioni elettriche è conosciuta da lungo tempo ed è stata specialmente osservata dai professori J. Henry, Abria, Lord Rayleigh ed altri. E. Rutherford ha anche descritto un rivelatore magnetico di onde elettriche, basato sulla smagnetizzazione parziale di un piccolo nucleo composto di fini aghi di acciaio, previamente magnetizzato fino alla saturazione e posto in un solenoide di sottile filo di rame collegato con le

[16] Nota presentata dal dott. J. A. Fleming F. R. S. il 10 giugno, letta il 12 giugno 1902. Dai «Resoconti della Reale Società di Londra», vol. LXX.

piastre collettrici di onde. Rutherford, per mezzo di un magnetometro poteva registrare gli effetti del suo radiatore elettrico a una distanza di tre quarti di miglio attorno a Cambridge[17].

Il rivelatore che descriverò è, a mio avviso, basato sulla diminuzione dell'isteresi magnetica che si verifica nel ferro quando, in certe condizioni, esso viene esposto all'influenza delle onde di alta frequenza o onde Hertziane.

Il tipo che uso attualmente è stato costruito nel modo seguente: su un nucleo o una sbarra costituita da sottili fili di acciaio sono avvolti uno o due strati di sottile filo di rame isolato. Su quest'avvolgimento è posto del materiale isolante e su questo un altro avvolgimento più lungo di filo di rame sottile avvolto su un sottile rocchetto.

Le estremità dell'avvolgimento più vicino al nucleo di ferro sono collegate alle piastre o ai fili del risonatore, ovvero, secondo la pratica normale della telegrafia attraverso lo spazio a grande distanza, alla terra e a un conduttore elevato; ovvero anche esse possono essere connesse al secondario di un adatto trasformatore di ricezione o bobina rinforzatrice come quelli che si impiegano attualmente nella telegrafia senza fili sintonica. Gli estremi dell'altro avvolgimento sono connessi ai terminali di un telefono o di altro adatto ricevitore. Accanto alle estremità del nucleo o in immediata prossimità di

[17] V. «Phil. Trans.», A, vol. 189 (1897), pag. 1-24.

essa, è posto un magnete, preferibilmente un magnete a ferro di cavallo, al quale, mediante un meccanismo di orologeria, è impresso un movimento di rotazione, il quale determina una variazione lenta e costante, ovvero delle successive inversioni, nella magnetizzazione del nucleo. Ho notato che se oscillazioni elettriche di opportuna frequenza vengono inviate da un trasmettitore coi metodi attualmente ben noti, si ottengono rapidi cambiamenti nella magnetizzazione dei fili di ferro e questi cambiamenti determinano correnti indotte negli avvolgimenti; tali correnti indotte a loro volta riproducono nel telefono con grande chiarezza e intelligibilità i segnali telegrafici inviati dalla stazione trasmittente.

Se il magnete viene allontanato, o il suo movimento viene arrestato, il ricevitore cessa di essere sensibilmente influenzato dalle onde elettriche, anche se queste vengono generate a piccolissime distanze dal radiatore.

Il rivelatore è stato impiegato con successo durante qualche tempo per la ricezione di messaggi radiotelegrafici fra Punta S. Caterina, l'Isola di Wight e il North Haven, Poole, e una distanza di 30 miglia e anche fra Poldhu in Cornovaglia e il North Haven a una distanza di 152 miglia, delle quali 109 sono coperte dal mare e 43 da altopiano. È anche stato accertato che i segnali possono essere ottenuti a queste distanze col nuovo rivelatore, quando alla stazione trasmittente s'impieghi una potenza minore di quella necessaria nel caso in cui il rivelatore magnetico sia sostituito da un adatto coesore.

Ho avuto occasione, tuttavia, di notare che i segnali udibili nel telefono sono più deboli quando i poli nel magnete rotante lasciano il nucleo per allontanarsi da esso, mentre sono più forti quando i poli si avvicinano al nucleo.

Risultati molto buoni sono anche ottenuti tenendo il magnete fermo e usando una cordicella di ferro senza fine e un nucleo di sottili fili trasportato da una puleggia (azionata da un meccanismo di orologeria) che si muove attraverso l'avvolgimento di fili di rame, in prossimità del magnete a ferro di cavallo o, meglio ancora, di due magneti a ferro di cavallo coi poli dello stesso segno adiacenti fra loro e vicini agli avvolgimenti. In questo caso gli avvolgimenti di filo di rame sono separati dal ferro mediante un sottile tubo rigido di materiale isolante che serve ad impedire che i fili si scaldino. Con questa disposizione i segnali appaiono completamente uniformi in intensità.

Sembra che vi sia un certo valore della forza magnetica che dia i migliori risultati, ma le differenti qualità del ferro richiedono differenti valori. Sembra inoltre che vi sia una particolare velocità di rotazione dei magneti che si mostra migliore delle altre. Ho ottenuto buoni risultati facendo ruotare i magneti alla velocità di un giro ogni due secondi, ovvero usando un nucleo magnetico, facendolo muovere a una velocità di cm. 30 ogni 4 secondi.

Sia il ferro, sia l'acciaio possono essere usati per i nuclei o per la cordicella mobile, ma ho osservato che i migliori effetti si ottengono usando fili di ferro fortemente stirati o fili di ferro che siano stati considerevolmente tesi o ritorti al dilà dei limiti di elasticità, prima dell'uso.

Io ho usato generalmente nuclei consistenti in una trentina circa di fili di ferro fortemente stirati, di circa mm. 0,5 di diametro, con un primo avvolgimento consistente in un unico strato di filo di rame coperto in seta di cm. 0,019 di diametro, e di lunghezza totale di 2,4 metri. L'altro avvolgimento, collegato al telefono, consiste in un avvolgimento di filo simile, al quale ho preso l'abitudine di dare un numero sufficiente di spire per ottenere una resistenza eguale all'incirca a quella del telefono usato.

Indubbiamente, sarebbe possibile ottenere i segnali facendo direttamente agire il nucleo su un diaframma telefonico, e in questo caso l'avvolgimento secondario sul nucleo potrebbe essere abolito. La lunghezza delle onde elettriche usate negli esperimenti fra Punta S. Caterina e North Haven era di circa 200 metri. Usando onde più lunghe sarebbe desiderabile che la lunghezza dell'avvolgimento più vicino al ferro fosse aumentata.

Questo rivelatore, come ho potuto esattamente stabilire, sembra più sensibile e più stabile di un coesore, nè richiede quegli aggiustamenti e quelle precauzioni che

sono necessari per il buon funzionamento di quest'ultimo.

Ulteriori vantaggi di questo rivelatore appaiono quando esso viene usato insieme col mio sistema sintonico per la telegrafia attraverso lo spazio. Secondo questo sistema, la sintonia elettrica fra il trasmettitore e il ricevitore dipende dalla risonanza elettrica propria dei vari circuiti dei trasformatori usati nei ricevitori. Con alcuni coesori si è presentata la difficoltà di riportarli, mediante scuotimento meccanico, allo stesso valore di resistenza elettrica che essi possedevano prima dell'arrivo delle onde elettriche trasmesse; con la conseguenza che i secondari del trasformatore di ricezione erano, in certi momenti, aperti, e in certi altri chiusi su una resistenza variabile, dando luogo così ad una variazione notevole del loro periodo naturale di oscillazione elettrica.

Il rivelatore magnetico che ho descritto possiede, d'altra parte, una resistenza praticamente uniforme e costante molto inferiore a quella di un coesore nella sua condizione di sensibilità, e, poichè esso lavora con una f. e. m. molto minore, il secondario del trasformatore d'accordo può presentare un'induttanza molto più bassa; il loro periodo di oscillazione viene regolato mediante un condensatore inserito nel circuito e tale condensatore (in conseguenza della minore induttanza del circuito) può essere molto più grande di quelli usati in corrispondenza della medesima frequenza, nel circuito di un coesore. I circuiti riceventi possono di conseguenza essere accor-

dati con una maggiore precisione su un particolare radiatore di onde elettriche persistenti.

Le considerazioni che mi hanno condotto alla costruzione del predetto rivelatore sono le seguenti. È un fatto ben noto che, dopo ogni variazione avvenuta nella forza magnetica agente su un pezzo di ferro, passa qualche tempo prima che la corrispondente variazione nello stato magnetico del ferro sia completa. Se la forza magnetica applicata è sottoposta a un aumento graduale seguìto da un'altrettanto graduale diminuzione, ovvero se essa è sottoposta ad una variazione ciclica, la variazione magnetica corrispondente indotta nel ferro sarà in ritardo rispetto alle variazioni della forza applicata. A questa tendenza a ritardare, il prof. Ewing ha dato il nome di *isteresi magnetica*.

È stato inoltre mostrato da Gerosa, Finzi ed altri che l'effetto delle correnti alternate o delle oscillazioni ad alta frequenza sul ferro è quello di ridurre considerevolmente i fenomeni di isteresi magnetica, in modo che il metallo risponda assai più prontamente ad ogni influenza che tende ad alterare il suo stato magnetico. L'effetto delle oscillazioni elettriche è probabilmente quello di liberare momentaneamente le molecole di ferro dallo stato di costrizione (o viscosità) nel quale si trovano normalmente, di diminuire la loro coesione e quindi diminuire il ritardo con cui la variazione magnetica si verifica nel ferro.

Ho quindi pensato che il gruppo di onde elettriche emesse ad ogni scintilla del radiatore hertziano, agendo su un pezzo di ferro contemporaneamente sottoposto ad una forza magnetica lentamente variabile, dovrebbe produrre rapide variazioni nella sua isteresi magnetica; tali variazioni ne produrrebbero altre di natura istantanea nel suo stato magnetico. In altre parole, la magnetizzazione del ferro, invece di seguir lentamente le variazioni della forza magnetica applicata, ridurrebbe improvvisamente, ad ogni scintilla del trasmettitore, il ritardo magnetico causato dall'isteresi.

Questi sbalzi nello stato magnetico del ferro, potrebbero, a quanto mi sembra, generare in una bobina di filo delle correnti indotte di intensità sufficiente per rivelare al telefono o magari anche al galvanometro, in maniera intelligibile i segnali trasmessi.

Le prove di cui ho parlato confermano il mio convincimento che il rivelatore magnetico può sostituire il coesore nella telegrafia attraverso lo spazio a grande distanza.

IL PROGRESSO DELLA TELEGRAFIA ELETTRICA ATTRAVERSO LO SPAZIO[18]

La radiotelegrafia, ovvero la telegrafia attraverso lo spazio, senza fili metallici di congiunzione, è un argomento che attualmente desta in tutto il mondo una maggiore attenzione di qualsiasi altra pratica applicazione della moderna ingegneria elettrotecnica. Essa colpisce la mente della maggior parte delle genti come se fosse un fenomeno allo stesso tempo prodigioso e misterioso, poichè permette di azionare un apparecchio a distanza di centinaia o migliaia di miglia e gli fa riprodurre segnali acustici ed ottici per effetto di oscillazioni elettriche trasmessegli senza l'aiuto di qualsiasi conduttore continuo artificiale. Esaminando questo argomento da vicino si deve ammettere che la radiotelegrafia, sebbene certamente meravigliosa, come lo sono anche tutti i fenomeni naturali e fisici, tuttavia non è affatto più prodigiosa della trasmissione dei telegrammi attraverso un telegra-

[18] Conferenza settimanale della sera di venerdì 13 giugno 1902, presieduta da Sua Grazia il Duca di Northumberland, K. G. C. L. F. R. S. Dai «Resoconti delle sedute dei membri del Reale Istituto d'Inghilterra», vol. XVII, 1902-1904.

fo con fili. Le onde luminose e termiche del sole e delle stelle arrivano sino a noi attraversando uno spazio di milioni di miglia, ed hanno anche la proprietà di colpire i nostri sensi senza richiedere l'aiuto di nessun conduttore artificiale. Non è quindi soprannaturale che l'uomo possa aver escogitato i mezzi che gli rendono possibile di convogliare su un filo l'elettricità trasportante messaggi o potenza e far sì che quel fenomeno che noi chiamiamo corrente elettrica segua tutte le curvature e le spire che possono esistere lungo il filo.

Noi vediamo che i primi sistemi di telegrafia usati dall'umanità erano proprio senza fili. Un falò, acceso su una collina da una banda di primitivi Indiani, mandava un segnale senza fili attraverso le onde dell'etere – in questo caso onde luminose – agli Indiani su di un'altra collina, a distanza forse di miglia. Anche oggi ci sono innumerevoli sistemi di uso pratico che possono egualmente essere chiamati telegrafia senza fili. Una luce rossa ad un incrocio ferroviario trasmette con onde attraverso l'etere un segnale all'occhio del macchinista. La luce rossa è il trasmettitore, l'occhio il ricevitore.

Il sistema di telegrafia nello spazio, del quale intendo parlare questa sera, è basato su di un metodo relativamente nuovo per controllare certe specie di onde elettriche di frequenza assai più bassa di quella delle onde luminose, e chiamate onde hertziane dal nome dello scienziato che per primo ne dimostrò l'esistenza.

La teoria matematica e le esperienze di Clerk Maxwell e di Heinrich Hertz sull'identico comportamento della luce e della elettricità, ed il fatto di sapere come produrre e ricevere certe onde dell'etere prima sconosciute, resero possibile questo nuovo metodo di comunicazione. Io credo di non errare dicendo che l'importanza delle scoperte di Maxwell e di Hertz fu da pochi compresa ed inoltre, forse soltanto un anno fa, un discreto numero di scienziati difficilmente avrebbe preveduto i progressi che sono stati fatti in così breve tempo nel campo della radiotelegrafia.

Il tempo concessomi per questa conferenza non mi permette di descrivere tutte le varie fasi che hanno portato ai risultati recentemente ottenuti, nè di descrivere il lavoro dei numerosi studiosi che hanno contribuito al progresso di questa materia, ma spero possa riuscire interessante la descrizione dei vari problemi che sono stati ultimamente risolti, e degli interessantissimi sviluppi che si sono ottenuti attraverso il mio personale lavoro in questi pochi ultimi mesi. Vorrei anzitutto descrivere brevemente il metodo che adottai nei primi esperimenti di sei anni fa; e successivamente cercare di spiegare i vari perfezionamenti e le modifiche che in seguito vi ho apportato.

Il trasmettitore consiste in una forma modificata dell'oscillatore di Hertz la cui principale caratteristica consiste nell'avere una sfera dello spinterometro collegata a terra e l'altra connessa ad un'ampia superficie di capaci-

tà sopraelevata o ad un filo quasi verticale. Le due sfere sono inoltre collegate agli estremi dell'avvolgimento secondario di una bobina di induzione o trasformatore. Alla chiusura del tasto la corrente della batteria circola attraverso la bobina dello spinterometro, che carica le sfere, ed il filo verticale, e questo, quando si scarica, produce una rapida successione di scintille attraverso l'interruzione dello spinterometro. La subitanea liberazione di energia elettrica causata dalla scarica della scintilla, o lo spostamento creato lungo certe linee di forza elettrica attraverso lo spazio dal filo caricato, producono dell'energia elettrica che si può ritrovare lontano sotto forma di una successione di onde nell'etere, e di conseguenza il filo verticale diviene un radiatore di onde elettriche. A questo riguardo è interessante ricordare che Lord Kelvin, più di quarant'anni fa, dimostrò matematicamente le precise condizioni alle quali deve rispondere una scarica, quale noi stiamo considerando, per essere oscillatoria. È ora facile capire che, premendo il tasto per intervalli più o meno lunghi, è possibile emettere una lunga o corta successione di impulsi o treni d'onda che, quando colpiscono un conveniente ricevitore, producono in questo un lungo o breve effetto proporzionale secondo la loro durata, riproducendo così segnali Morse, od altri segnali emessi dalla stazione trasmittente.

Il ricevitore consiste in un coesore (sulla cui natura mi propongo far cenno in seguito) inserito in un circuito contenente una pila locale ed un relé telegrafico sensibi-

le, che agisce su un altro circuito, il quale a sua volta mette in azione un vibratore o decoesore ed un apparecchio registratore. Nelle sue normali condizioni la resistenza del coesore è infinita, od almeno molto grande, e la corrente della batteria non può circolarvi attraverso per agire sugli apparecchi, ma quando è influenzato dalle onde elettriche, il coesore diventa un relativamente buon conduttore, riducendosi la sua resistenza tra i 100 e i 500 ohm. Questo permette alla corrente della pila di circolare e di mettere in azione il relé, il quale a sua volta permette ad un'altra corrente più forte di agire sull'apparecchio registratore ed anche sul martelletto o decoesore, che è congegnato in modo da dare un leggero colpo, o scuotere leggermente il coesore, ristabilendo in tal modo la sua sensibilità. Il risultato pratico è che il circuito dell'apparato registratore rimane chiuso per un tempo uguale a quello durante il quale rimane chiuso il tasto presso la stazione trasmittente, ed in tal modo è possibile ottenere una riproduzione grafica, ottica, od acustica dei movimenti del tasto della stazione trasmittente. Un estremo del tubo, o coesore, è collegato a terra e l'altro ad un conduttore isolato, preferibilmente terminante in una ampia superficie di capacità simile, in ogni aspetto, a quella impiegata alla stazione trasmittente.

Io ho prima osservato che impiegando fili verticali consimili ad ambe le stazioni era possibile rilevare gli effetti delle onde elettriche e trasmettere in tal modo comprensibili segnali alfabetici a così grandi distanze

quali prima si riteneva impossibile, e con l'aiuto di tali mezzi furono ottenute distanze di trasmissione di oltre cento miglia.

Fu pertanto presto sperimentato che fino a che fosse possibile far lavorare due sole stazioni a una distanza che posso chiamare la loro sfera d'influenza, veniva imposto un vero limite alla pratica utilizzazione del sistema. Senza un sistema pratico per accordare tra loro le stazioni, sarebbe stato impossibile emettere contemporaneamente segnali da più stazioni vicine senza provocare interferenze per la mescolanza dei messaggi. I nuovi metodi di connessione che adottai nel 1898 e cioè, il collegamento del filo ricevente verticale, o antenna, direttamente a terra, invece che al coesore, e l'introduzione di un conveniente tipo di trasformatore di oscillazioni accoppiato ad un condensatore, così da formare un risonatore accordato in modo da corrispondere ottimamente alle onde emesse da una data lunghezza di filo aereo, furono importanti passi nella giusta direzione. Ho riferito a lungo su questo perfezionamento nella conferenza che ho avuto l'onore di pronunciare in questa sede il 2 febbraio del 1900. Avevo tuttavia sperimentato a quell'epoca che una grande difficoltà al raggiungimento degli effetti desiderati era dovuta all'azione del filo trasmittente. Una sottile asta nella quale si formino oscillazioni elettriche, costituisce, come è ben noto, un ottimo radiatore di onde elettriche. In tutti quelli che noi chiamiamo buoni radiatori le oscillazioni elettriche, create col metodo

ordinario della scarica a scintilla, cessano o sono smorzate molto rapidamente, non in conseguenza della resistenza, ma della radiazione elettrica che porta via l'energia sotto forma di onde elettriche.

È ben noto il fatto che quando uno di due diapason aventi lo stesso periodo di vibrazione vien fatto vibrare, si formano nell'aria delle onde, e l'altro diapason, se si trova ad una distanza conveniente, prende immediatamente a vibrare all'unisono con il primo. Così un suonatore di violino, emettendo una nota col suo strumento in vicinanza di un pianoforte, avrà una risposta da una determinata corda, quella, fra tutte le corde del piano, che ha un periodo di vibrazione identico a quello della nota musicale suonata dal violinista. Nel loro funzionamento i diapason ed i violini, interessano le onde dell'aria, mentre la telegrafia senza fili interessa le onde dell'etere, ma il comportamento in tutti e due i casi è identico. È molto importante prendere in considerazione la condizione essenziale che si deve ottenere affinchè possa verificarsi un perfetto accordo, o risonanza elettrica. La risonanza elettrica, come la risonanza meccanica, dipende essenzialmente dall'effetto risultante da un gran numero di piccoli impulsi convenientemente intervallati. L'accordo può essere ottenuto soltanto se un sufficiente numero di questi regolari impulsi elettrici raggiunge il ricevitore. Come ha graficamente dimostrato il prof. Fleming in una delle sue conferenze sulle oscillazioni elettriche, per «mantenere un pendolo in oscillazione con

soffi d'aria bisogna non solo produrre soffi convenientemente intervallati, ma continuare a soffiare per un tempo considerevole». È d'altra parte evidente che un radiatore smorzato – cioè che non dà lunga successione di oscillazioni elettriche – non è adatto per telegrafia nello spazio accordata o sintonizzata.

Come ho già detto, un trasmettitore consistente in un filo verticale, scaricantesi attraverso uno spinterometro, non è un oscillatore persistente. La sua capacità elettrica è proporzionalmente così piccola, e la sua attitudine a irradiare onde così grande, che le oscillazioni che si creano in esso debbono essere considerevolmente smorzate. In questo caso ricevitori o risonatori di un periodo o lunghezza d'onda considerevolmente diversi risponderanno e saranno influenzati da esso.

Al principio del 1900 ottenni ottimi risultati con un altro sistema, nel quale i conduttori radianti e risonanti avevano ciascuno la forma di due cilindri concentrici, dei quali quello interno era collegato a terra. Con l'uso di cilindri di zinco dell'altezza di soli 7 metri ed aventi diametro di m. 1,50 si poterono facilmente ottenere buoni segnali fra la punta di S. Caterina, Isola di Wight, e Poole, su una distanza di 30 miglia, senza che questi segnali interferissero o fossero captati da altre installazioni radiotelegrafiche messe in funzione dai miei assistenti o dall'Ammiragliato nelle immediate vicinanze. La capacità del trasmettitore, dovuta al conduttore interno, è così grande che l'energia messa in moto dalla scarica

della scintilla non può venire irradiata tutta in una o due oscillazioni, ma dà luogo ad una successione di oscillazioni lentamente smorzate, il che è appunto quanto si richiede. Un semplice filo verticale, può essere paragonato ad una teiera vuota, che dopo essere stata riscaldata si raffredda rapidamente, mentre il sistema dei cilindri concentrici può essere paragonato allo stesso recipiente riempito di acqua calda, che richiede un tempo molto maggiore per raffreddarsi. Nel ricevitore i cilindri essendo strettamente avvicinati, e conferendogli così una grande capacità elettrica, lo rendono un risonatore avente un ben definito periodo proprio, ed esso diventa quindi non più adatto per rispondere alle frequenze che differiscono dal suo proprio particolare periodo di oscillazioni elettriche, e non può subire interferenze con le onde vaganti nelle etere, che sono talvolta causate da disturbi atmosferici i quali particolarmente d'estate diventano fastidiosi.

Un altro sistema felice di accordare o sintonizzare gli apparati fu dovuto al risultato di una serie di esperimenti compiuti sulla scarica di un condensatore, o bottiglia di Leyda. Con l'espediente di collegare col filo radiante, o capacità, un circuito condensatore che, come è noto, è un oscillatore persistente, cercai di stabilire nel radiatore il numero delle oscillazioni per secondo richieste. Un sistema consistente in un circuito contenente un condensatore ed uno spinterometro costituisce un buon oscillatore persistente. Il prof. Lodge ci ha dimostrato che met-

tendo questo circuito vicino ad un altro simile è possibile ottenere interessanti effetti di risonanza coll'esperienza detta comunemente delle bottiglie sintoniche di Lodge. Ma come il Lodge mise in evidenza, «un circuito chiuso quale è questo, irradia e riceve così debolmente da non essere indicato per trasmissione a distanza». Io dubito assai che esso possa arrivare ad influenzare un ordinario ricevitore persino a poche centinaia di metri. È tuttavia interessante osservare quanto sia facile costringere l'energia contenuta nel circuito di questo sistema ad irradiarsi nello spazio. È sufficiente mettere vicino ad uno dei suoi lati un'asta metallica rettilinea, od un buon radiatore elettrico, occorrendo quale unica altra condizione necessaria per trasmissioni a grande distanza che il periodo di oscillazione del filo o dell'asta sia uguale a quello del circuito chiuso vicino. Maggiori effetti di irradiazione si ottengono se il conduttore radiante è in parte avvolto a

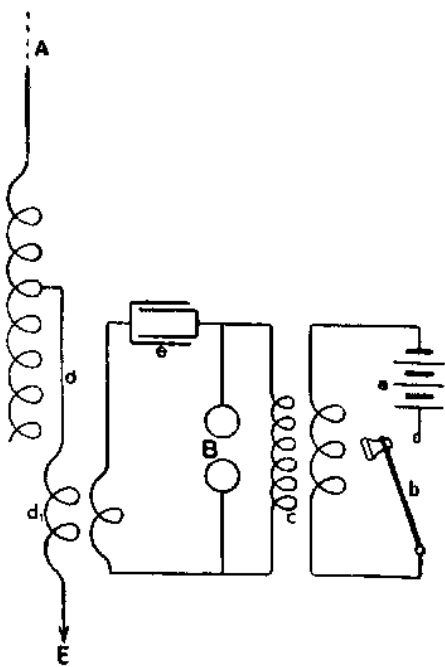



Fig. 1.

spirale intorno al circuito contenente il condensatore (così da rassomigliare ai circuiti di un trasformatore).

I miei primi tentativi con questo sistema non diedero buon risultato non avendo io ravvisato la necessità di provare ad accordare sullo stesso periodo di oscillazioni elettriche (o su una sua ottava) i due circuiti elettrici del sistema trasmittente (essendo questi due circuiti costituiti l'uno dal condensatore e primario del trasformatore, l'altro dall'antenna o conduttore irradiante e secondario del trasformatore). Se non è realizzata questa condizione i differenti periodi dei due circuiti creano oscillazioni di differenti frequenze e fasi in ciascuno di essi, col risultato che gli effetti ottenuti sono deboli e insufficienti per un ricevitore sintonizzato. Il trasmettitore sintonizzato è rappresentato nella figura 1. Il periodo di oscillazione del conduttore verticale A può essere aumentato con l'inserzione di spire di filo; o diminuito diminuendone il loro numero, oppure introducendovi un condensatore in serie con esso. Il condensatore del circuito primario è costruito in modo da rendere possibile il variarne la capacità elettrica.

I dispositivi della stazione ricevente sono rappresentati nella figura 2. Qui abbiamo un conduttore verticale collegato a terra attraverso il primario di un trasformatore, il cui secondario è chiuso sul coesore o rivelatore. Allo scopo di rendere la sintonizzazione più precisa, io metto un condensatore variabile in parallelo al coesore come nella figura 3. Ora per ottenere migliori risultati è

necessario che il periodo naturale di oscillazione elettrica del circuito – filo verticale, primario del trasformatore e collegamento con la terra – sia in risonanza elettrica con il circuito secondario del trasformatore che comprende il condensatore. Dissi che per rendere più sensibile la sintonizzazione si mette un condensatore in derivazione sul coesore. Questo condensatore aumenta la capacità del circuito risonante del secondario del trasformatore, e nel caso venga captata una ampia serie di oscillazioni elettriche relativamente deboli, ma opportunamente intervallate, l'effetto di queste si accumula sinchè la f. e. m. agli estremi del coesore sia sufficiente a vincere il suo isolamento, provocando la registrazione del segnale. Affinchè i due sistemi, trasmittente e ricevente, possano essere in sintonia, è necessario (se supponiamo che la resistenza sia molto piccola o trascurabile) che il prodotto capacità-induttanza sia uguale per tutti e quattro i circuiti.

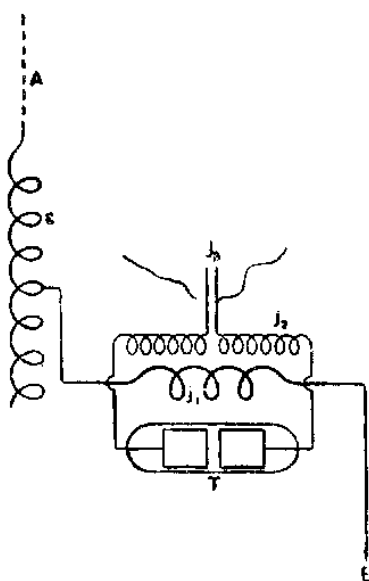
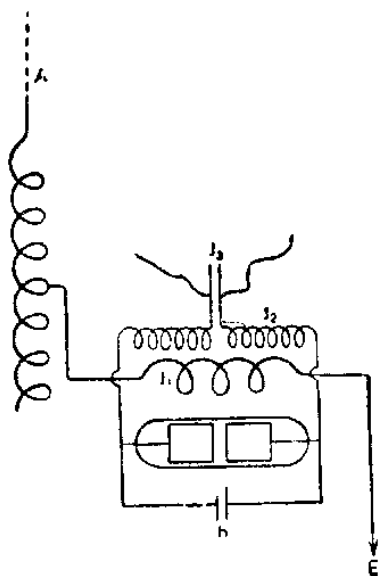



Fig. 2. Fig. 3.

È facile comprendere che se abbiamo diverse stazioni, ciascuna sintonizzata su un diverso periodo di vibrazioni elettriche, e le cui corrispondenti capacità ed induttanze siano note alla stazione trasmittente, non sarà difficile trasmettere a ciascuna di esse, senza l'inconveniente che il messaggio venga raccolto dalle altre stazioni, alle quali non è indirizzato. Ma meglio ancora possiamo collegare allo stesso filo trasmittente verticale, attraverso connessioni di differenti induttanze, diversi trasmettitori differentemente sintonizzati, ed al filo verticale ricevente un corrispondente numero di ricevitori. Diversi messaggi possono essere inviati contemporaneamente da ciascuno dei trasmettitori collegati allo stesso

filo irradiante, e parimenti possono essere contemporaneamente ricevuti dal filo verticale collegato ai diversi ricevitori sintonizzati. Questo risultato, che io credo fosse del tutto nuovo allora, io esposi a parecchi miei amici, tra i quali il dott. J. A. Fleming. F. R. S., circa due anni or sono. Il dott. Fleming diede notizia dei risultati visti, in una sua lettera al «Times» di Londra in data 4 ottobre 1900. Ho notato inoltre che la sintonizzazione può essere ulteriormente migliorata con la combinazione dei due sistemi descritti. In questo caso i cilindri sono collegati al secondario del trasformatore trasmittente, ed il ricevitore ad una bobina di induzione convenientemente accordata, e tutti i circuiti debbono essere accordati sul medesimo periodo come già descritto. Questo sistema sarà ulteriormente provato negli esperimenti su lunga distanza che saranno fra poco iniziati tra l'Inghilterra ed il Canadà.

I sistemi sintonizzati non sono stati applicati in genere alle navi perchè è sempre stato considerato come un vantaggio che ciascuna nave potesse, specialmente in caso di sinistro, chiamare una, o anche più navi, che venissero a trovarsi in quel momento entro il raggio d'azione del suo trasmettitore, ma nel caso delle stazioni di terra il sistema della sintonizzazione è stato applicato in molte occasioni, dove le necessità lo richiedevano. Così nelle stazioni sperimentali che mantengono la comunicazione tra S. Caterina, Isola di Wight, e Poole nel Dorset, quando vengono impiegate onde elettriche di una

certa frequenza, nessuna interferenza può essere causata dalle trasmissioni delle vicine stazioni dell'Ammiragliato. La stazione per grandi distanze a Poldhu in Cornovaglia può trasmettere segnali decifrabili da un ricevitore sintonizzato su un piroscafo distante oltre 1000 miglia, mentre la stazione radiotelegrafica del Lloyd al Lizard, distante solo 7 miglia, se regolata su diversa frequenza, non è disturbata dalle potenti onde irradiate da Poldhu.

Non escludo che possano verificarsi circostanze in cui un messaggio radiotelegrafico fra apparati sintonizzati possa subire interruzioni o interferenze, ma voglio mettere in evidenza che è possibile attualmente a più stazioni radiotelegrafiche vicine effettuare trasmissioni contemporaneamente, senza che i messaggi abbiano a subire interferenze. Naturalmente un potente trasmettitore, se fatto funzionare lanciando onde di diverse frequenze, vicino ad una stazione ricevente può impedirle la ricezione dei messaggi, ma anche gli ordinari sistemi di comunicazione con fili possono similmente essere disturbati. Il prof. O. J. Lodge, in una relazione sui suoi esperimenti sulla telegrafia magnetica nello spazio, disse che egli era riuscito ad avere interferenze con le conversazioni dell'ordinario sistema telefonico su filo nella città di Liverpool. Sir. W. H. Preece ha anche pubblicato risultati che stanno a dimostrare come sia possibile raccogliere su un altro circuito la conversazione che passa attraverso un filo telefonico ad una certa distanza. Circa due anni fa a Città del Capo si trovò che era im-

possibile lavorare sui cavi ivi interrati, durante certe ore, quando cioè i tramvai della città erano in circolazione, ed il fatto divenne in seguito causa di controversie tra le compagnie interessate. Il prof. Fleming, che assistette al funzionamento di un gran numero di stazioni radiotelegrafiche sintonizzate, fu talmente colpito da ciò che vide, da fare la seguente dichiarazione nelle sue conferenze Cantor sulle Oscillazioni ed Onde Elettriche pronunciate alla Società delle Arti nel dicembre 1900: «Le obiezioni sull'interferenza di stazioni che persone male informate sogliono sollevare contro il sistema Marconi sono ormai insussistenti».

Dirò ora poche parole sul rivelatore delle onde elettriche, chiamato talvolta «occhio elettrico» che consiste in quella essenziale parte dell'apparato ricevente che è particolarmente colpita dalle oscillazioni elettriche. In tutti gli apparati radiotelegrafici usati da un po' di tempo in qua, è stato impiegato un rivelatore chiamato ora coesore. Questo rivelatore è basato sulle scoperte e sulle osservazioni fatte da S. A. Varley, dal prof. Hughes, da Calzecchi Onesti, e sopra tutto dal prof. Branly. Il prof. Lodge ha fatto largo uso di questo dispositivo, che egli per primo chiamò «coherer», in numerosissimi esperimenti e studi che egli fece sugli effetti prodotti dalle onde hertziane. Il tipo di coesore che ho trovato più conveniente e degno di fiducia per lavorare su grandi distanze, consiste in un piccolo tubo di vetro di circa cm. 4 di lunghezza nel quale sono accuratamente fissati due

pezzi di conduttore metallico. Essi sono separati l'uno dall'altro da un piccolo spazio, in parte riempito da una mistura di limatura di nichel ed argento. Un coesore, se è convenientemente costruito, e se il martelletto ed il relé sono ben regolati, riesce completamente fedele quando si trova nella sfera della stazione trasmittente. Gli esperimenti con i sistemi sintonizzati hanno tuttavia dimostrato che alcuni tipi di coesori possono essere impiegati molto più utilmente di altri. Una condizione evidentemente importantissima è che la resistenza del coesore, nel suo stato di sensibilità, o dopo essere stato colpito, risulti infinita se misurata con una f. e. m. di circa un volt. Se lo scuotimento non elimina completamente la conduttività della limatura si ottengono cattivi risultati, il che si può spiegare come segue. Nei sistemi che ho descritti la sintonizzazione elettrica fra trasmettitore e ricevitore dipende dalla risonanza elettrica propria dei vari circuiti dei trasformatori impiegati nei ricevitori. Il condensatore ed il secondario del trasformatore non debbono essere parzialmente cortocircuitati dal coesore, altrimenti le oscillazioni non possono accrescere o sommare il loro effetto come è essenziale per arrivare a produrre quella differenza di potenziale agli estremi del coesore necessaria per ridurne la resistenza, ma le oscillazioni elettriche passeranno attraverso il coesore conduttivo senza costringerlo a registrare alcun segnale. Naturalmente il condensatore è cortocircuitato quando le particelle di limatura vengono a contatto sotto in-

fluenza delle oscillazioni ricevute; ma in questo caso il segnale è già registrato e il martelletto rimette subito il coesore nella sua condizione di non conducibilità, ristabilendo così la sua sensibilità.

La necessaria condizione di non conducibilità del coesore in stato di sensibilità si ottiene con l'adozione di coesori contenenti limatura molto fine. Ultimamente sono stati esperimentati coesori che, entro un certo limite, lavorano in modo soddisfacente senza richiedere l'impiego di alcun martelletto o decoesore. Anzitutto essi sono basati sull'uso di contatti microfonici di carbone, o contatti possedenti la curiosa particolarità di riacquistare in parte spontaneamente la loro condizione di alta resistenza quando è cessata l'azione delle oscillazioni elettriche. Questo mette in grado di ottenere una rapidità di ricezione molto maggiore di quanto sia possibile con l'impiego di un coesore meccanicamente scosso, essendo questo necessariamente lento ad agire per l'inerzia propria del relé e del martelletto usati in connessione con esso. In tutti questi coesori auto-decoerenti, al posto dello strumento registratore viene impiegato un telefono il quale è azionato dalle variazioni di corrente elettrica causate dalle variazioni di conducibilità del coesore. Non è ancora stato possibile, per quanto io sia bene informato, ottenere di azionare uno strumento registratore od un relé con l'impiego di un coesore auto-decoerente. Credo che il defunto prof. Hughes sia stato il primo a sperimentare e ricevere segnali con uno di questi coesori

combinato con un telefono. I suoi esperimenti furono compiuti sino dal 1879 e mi rincresce che questa sua opera di pioniere non sia più generalmente conosciuta. Altri coesori auto-decoerenti furono proposti dai professori Tommasina, Popoff, ed altri, ma quello che ha dato veramente buoni risultati quando non si volevano perseguire effetti sintonizzati (secondo le informazioni ufficialmente comunicatemi) fu studiato dal personale tecnico della R. Marina Italiana. Su richiesta del Governo italiano io ho provato questo coesore durante numerose esperienze. Esso consiste in un tubo di vetro contenente dischi di carbone o ferro intercalati da globuli di mercurio. Il tenente Solari, portandomi questo coesore, mi pregò di denominarlo «Coesore della Marina Italiana». Tuttavia, recentemente una rivista tecnica annunciò che un segnalatore della Marina italiana era l'inventore del coesore perfezionato ed io fui allora accusato in certi ambienti di aver soppresso il nome dell'inventore. Io scrissi allora al Ministro della Marina italiana, ammiraglio Morin, chiedendogli di fare una autorevole dichiarazione, alla quale io potessi riferirmi nel corso di questa conferenza, sul punto di vista dell'Ammiragliato italiano in merito alla questione. Il Capo della Marina italiana fu così gentile da rispondermi con una lettera del 4 corrente nella quale faceva la seguente dichiarazione che io traduco dall'originale italiano: «Il coesore è stato ben a ragione battezzato con il nome di "Coesore della Marina italiana", perchè esso va considerato frutto del

lavoro di diversi individui della R. Marina e non di uno solo». Si è riscontrato che questi coesori senza vibratore non dànno sufficiente affidamento per un impiego normale o commerciale. Essi hanno la tendenza a rimanere permanentemente in istato di coesione quando siano soggetti all'azione di forti onde elettriche o di disturbi elettro-atmosferici, ed hanno inoltre una dannosa tendenza a cessare di funzionare a metà di un messaggio. Il fatto che la loro resistenza elettrica è bassa, e varia di continuo, quando in stato di sensibilità, li rende sconsigliabili, per le ragioni che ho già enumerate, per lavorare in connessione con il mio sistema di radiotelegrafia sintonizzata.

Questi coesori sono tuttavia utili se impiegati per prove temporanee, nelle quali non è assolutamente necessaria la completa esattezza dei messaggi, e quando non si vuol arrivare ad ottenere effetti sintonizzati. Essi sono specialmente utili quando, con l'impiego di fili riceventi verticali sostenuti da cervi volanti o palloni, le variazioni dell'altezza dei fili (e quindi della loro capacità), dovuta all'azione del vento, rendono estremamente difficile l'ottenere buoni risultati in un ricevitore sintonizzato.

I coesori sono stati per molto tempo ritenuti come costituenti quasi la base essenziale della telegrafia elettrica nello spazio, e sebbene esistessero molti altri rivelatori di onde elettriche, nessuno di essi era dotato di una sensibilità che si approssimasse a quella di un coesore, ed i più di essi non erano neppure adatti per la ricezione di

messaggi telegrafici. Nell'intento di creare un ricevitore capace di funzionare con una rapidità maggiore di quella consentita da un coesore, fui tanto fortunato da riuscire a costruire un rivelatore magnetico di onde elettriche, basato su un principio essenzialmente diverso da quello del coesore, e che credo superi di gran lunga tutti i coesori in rapidità, facilità di messa a punto ed efficienza, quando sia fatto funzionare in circuiti accoppiati. Questo rivelatore che io ebbi l'onore di illustrare dettagliatamente ieri sera dinnazi alla Royal Society possiede, io credo, una sensibilità che sorpassa quella dei migliori coesori.

Era da tempo nota, e fu particolarmente rilevata dai professori J. Henry, Aloria, Lord Rayleigh ed altri, la proprietà di magnetizzarsi e smagnetizzarsi degli aghi di acciaio sottoposti all'azione di oscillazioni elettriche. Anche Rutherford ha descritto un rivelatore magnetico di onde elettriche basato sulla parziale smagnetizzazione di un piccolo nucleo composto di sottili aghi di acciaio preventivamente magnetizzati sino alla saturazione. Con l'impiego di un magnetometro Rutherford riuscì nel 1895 a rivelare gli effetti del suo radiatore elettrico ad una distanza di oltre ¾ di miglio attraverso Cambridge. Ma il sistema studiato da Rutherford non è appropriato per la recezione di messaggi telegrafici, per il fatto che, dopo la recezione di ciascun impulso, per ristabilire la sua sensibilità è necessario un accurato processo di rimagnetizzazione, il quale richiede un certo tempo per

effettuarsi. Il dispositivo di Rutherford è anche notevolmente meno sensibile di un coesore.

Il rivelatore che sto per descrivere è, a mio avviso, basato sulla riduzione dell'isteresi magnetica che si manifesta nel ferro quando è esposto, in determinate condizioni, all'effetto di oscillazioni di alta frequenza, od onde hertziane. Quello da me impiegato era stato costruito nel seguente modo: in un nucleo di sottili fili di ferro od acciaio, ma preferibilmente di ferro duro sono avvolti uno o due strati di sottile filo di rame isolato. Sopra questo avvolgimento è messo del materiale isolante, e sopra questo ancora un altro avvolgimento più lungo di sottile filo di rame contenuto in una stretta bobina. Gli estremi dell'avvolgimento più vicini al nucleo di ferro sono collegati uno a terra, l'altro ad un conduttore sopraelevato, o possono anche essere collegati al secondario di un conveniente trasformatore ricevente, o bobina rinforzatrice, quali sono impiegate nella telegrafia senza fili sintonizzata. Gli estremi dell'altro avvolgimento sono collegati ai terminali di un telefono, od altro appropriato strumento ricevente. Vicino agli estremi del nucleo, o nelle immediate vicinanze di esso, è messo un magnete a ferro di cavallo che, con un congegno ad orologeria, è così mosso, o fatto ruotare, da provocare un lento e costante cambiamento, o successive inversioni, nella magnetizzazione del nucleo di ferro. Ho osservato che se da un trasmettitore vengono emesse delle oscillazioni elettriche di conveniente periodo, nella magnetiz-

zazione dei fili di ferro si producono rapide inversioni, e queste inversioni necessariamente dànno luogo a correnti indotte negli avvolgimenti, le quali a loro volta riproducono nel telefono ben chiari e distinti i segnali telegrafici che possono essere emessi dalla stazione trasmittente. Se venisse tolto il magnete, o fermato il suo movimento, il ricevitore cesserebbe di essere influenzato, in modo percepibile dalle onde elettriche persino quando queste fossero generate a brevissima distanza dal radiatore.

Ho avuto occasione di osservare che i segnali udibili nel telefono sono debolissimi quando i poli del magnete rotante hanno appena oltrepassato il nucleo e stanno aumentando la loro distanza da esso, mentre sono fortissimi quando i poli del magnete si stanno avvicinando al nucleo. Si sono anche ottenuti buoni risultati tenendo il magnete fermo, e impiegando una funicella di filo di ferro senza fine, od un nucleo di sottili fili, rotanti su puleggie (mosse con movimento ad orologeria) che costringono il ferro a passare da una parte all'altra degli avvolgimenti di filo di rame, in prossimità preferibilmente di due magneti a ferro di cavallo coi loro poli terminanti agli avvolgimenti e ponendo cura che i loro poli di ugual segno siano adiacenti. Questo rivelatore è stato impiegato con successo alcune volte nella recezione di messaggi radiotelegrafici tra la Punta di S. Caterina, Isola di Wight, e North Haven, Poole, su una distanza di 30 miglia, ed anche tra Poldhu in Cornovaglia e Poole, in

Dorset, su una distanza di 152 miglia, di cui 109 su mare e 43 su paese montagnoso.

Sarebbe senza dubbio possibile ottenere segnali portando il nucleo di ferro ad agire direttamente su un diaframma telefonico, ed in questo caso si potrebbe eliminare l'avvolgimento secondario. Questo rivelatore, come ho già detto, appare più sensibile e sicuro di un coesore, non richiedendo nessuno di quegli espedienti o precauzioni che si rendono necessari per un buon funzionamento di questi ultimi. Esso possiede una resistenza uniforme e costante, e poichè deve funzionare con una f. e. m. molto bassa, i secondari dei trasformatori accoppiati possono essere costruiti in modo da avere molto minor induttanza, essendo il loro periodo di oscillazione regolato da un condensatore in circuito con essi. Tale condensatore può essere molto più grande (in conseguenza della minor induttanza del circuito) di quelli usati per lo stesso periodo di oscillazioni in un circuito a coesore, con il risultato che i circuiti riceventi possono essere accordati molto più accuratamente ad un particolare radiatore di onde elettriche abbastanza persistenti. Come chiamata può essere usato un coesore inserito nel circuito con un relé azionante un campanello, e, se sarà possibile far funzionare su di un apparecchio per mezzo di un rivelatore magnetico (in quanto a questa possibilità i risultati di recenti prove mi hanno lasciato pochi dubbi) deve anche essere possibile la ricezione di messaggi radiotelegrafici ad una velocità di diverse centinaia di pa-

role al minuto. Attualmente, con l'impiego di questo rivelatore è possibile registrare circa trenta parole al minuto.

Le considerazioni che mi portarono alla costruzione del rivelatore sopra descritto sono le seguenti: è ben noto il fatto che, dopo avvenuto un qualsiasi cambiamento nella forza magnetica agente su di un pezzo di ferro, occorre un certo tempo prima che sia completato il corrispondente cambiamento nello stato magnetico del ferro. Se la forza magnetica è portata a compiere una variazione ciclica, la corrispondente variazione magnetica indotta nel ferro ritarderà rispetto alle variazioni della forza applicata. A questa tendenza a ritardare il prof. Ewing ha dato il nome di isteresi magnetica. È stato anche trovato dai prof. Gerosa, Finzi ed altri che l'effetto delle correnti alternate o delle oscillazioni elettriche ad alta frequenza agenti sul ferro è di ridurre considerevolmente gli effetti dell'isteresi magnetica, costringendo il metallo a rispondere prontamente ad ogni influenza che può tendere ad alterare la sua condizione magnetica. Probabilmente l'effetto delle oscillazioni elettriche è quello di provocare un momentaneo rilassamento delle molecole del ferro dalla costrizione nella quale sono ordinariamente tenute, diminuendo la loro forza di coesione, e conseguentemente riducendo il ritardo nella variazione magnetica verificantesi nel ferro. Io previdi quindi che il gruppo di onde elettriche emesse da ogni scintilla di un radiatore hertziano, se fatto agire su di un pezzo di

ferro contemporaneamente soggetto ad una forza magnetica lentamente variante, avrebbe prodotto repentine variazioni dell'isteresi magnetica del ferro, il che ne avrebbe causato altre di natura rapida ed istantanea nella sua condizione magnetica. In altre parole, la magnetizzazione del ferro, invece di seguire lentamente le variazioni della forza magnetica applicata, fa una specie di salto ogni volta che è influenzata dalle onde elettriche emesse da ogni scintilla del radiatore. Ritengo che questi sbalzi nella condizione magnetica del ferro producano, in una bobina di filo, correnti indotte, di forza sufficiente da permettere che i segnali trasmessi vengano percepiti in modo intelligibile in un telefono, o forse anche letti su un galvanometro a specchio. I risultati vengano a confermare la mia opinione che questo rivelatore possa essere vantaggiosamente sostituito al coesore nella radiotelegrafia a grande distanza.

In questi ultimi pochi anni gli sviluppi della applicazione pratica del mio sistema sono stati straordinariamente rapidi. Il tempo non mi permette di farvi un resoconto dei molti casi in cui esso ha dimostrato la sua utilità, ma basterà menzionare che i Lloyd hanno adottato esclusivamente questo sistema in uso presso le loro stazioni in patria ed all'estero per un periodo di quattordici anni, e così non meno di diciassette bastimenti di linea naviganti attraverso l'Atlantico portano stazioni permanenti. In più di un caso riportato dai giornali quotidiani il sistema è stato di aiuto alle navi in pericolo special-

mente nella Manica. Non meno di quaranta stazioni di terra (moltissime delle quali sono controllate dalla Corporazione dei Lloyd) vengono ora equipaggiate con questo sistema in Inghilterra ed in Europa, ed altre quaranta navi della Regia Marina portano installazioni. L'adozione del mio sistema nella Regia Marina ha causato certamente un piccolo cambiamento di aspetto nell'attrezzatura delle navi. Alcuni ufficiali navali credono che questo cambiamento perfezioni l'aspetto delle navi; altri pensano il contrario.

L'Ammiragliato italiano, dopo aver esperimentato a lungo il coesore auto-decoerente, del quale ho parlato prima, mi informò ufficialmente, con una lettera del 24 maggio u. s., della propria decisione di equipaggiare le sue navi da guerra con lo stesso apparato che è stato impiegato con buoni risultati sui transatlantici di linea. Su questi piroscafi di linea vien fatto un impiego commerciale del sistema per la comodità dei passeggeri, e come illustrazione del suo sfruttamento commerciale posso citare che ultimamente il *Campania* ed il *Lucania* della Cunardline avevano incassato fino a 60 lire sterline per ciascun viaggio in proventi derivati da messaggi radiotelegrafici dei passeggeri.

Circa due anni fa, la facilità con la quale era possibile effettuare una comunicazione su una distanza di circa 200 miglia, ed i perfezionamenti introdotti nei sistemi sintonizzati, insieme con il fatto accertato che la curvatura della terra non ha influenza, mi portarono a decide-

re di raccomandare la costruzione di una stazione di grande potenza in Cornevaglia, ed un'altra a Capo Cod, Mass., U. S. A., allo scopo di sperimentare se con l'impiego di una potenza molto più grande non sarebbe stato possibile trasmettere messaggi attraverso l'Atlantico, e stabilire una comunicazione commerciale transoceanica che il Monopolio del Ministero delle Poste non avrebbe ufficialmente permesso tra due stazioni se entrambe situate in Inghilterra. Uno sfortunato incidente ai piloni d'antenna a Capo Cod pareva dovesse evidentemente ritardare gli esperimenti di diversi mesi, quando giunsi alla conclusione che, mentre le necessarie riparazioni sarebbero state portate a termine, avrei potuto usare una installazione puramente temporanea a Terranova allo scopo di effettuare un esperimento transatlantico, dal quale io potessi, in ogni modo, essere messo in condizioni di giudicare sino a che punto gli impianti di Cornovaglia fossero stati ben eseguiti. Prima di riferirne i risultati può essere utile una breve descrizione del tipo di apparati impiegati alle stazioni trasmittenti e riceventi.

Il trasmettitore di Poldhu era fondamentalmente simile a quello sintonico che già descrissi, ma l'antenna trasmittente era molto più grande, ed il potenziale, al quale veniva portata, molto più alto di qualsiasi precedentemente impiegato, avendo io determinato approssimativamente, prima della sua erezione, l'ammontare dell'energia da usarsi in questa stazione trasmittente. L'anten-

na trasmittente consisteva di quasi cinquanta fili verticali di rame nudo sospesi in alto ad un filo orizzontale steso fra due pali, alti ciascuno 48 metri e distanti tra loro 60 metri. Questi fili erano distanziati l'un l'altro di circa un metro in alto, e, convergendo insieme, erano tutti collegati in basso all'apparecchio trasmittente. Il potenziale al quale venivano caricati questi conduttori durante la trasmissione era sufficiente a provocare una scintilla tra la sommità di detti fili ed un conduttore connesso a terra attraverso uno spazio di aria di cm. 30. Il complesso dei dispositivi della stazione elettrica di energia eretta a Poldhu per la esecuzione di questi studi e per la produzione delle onde elettriche della frequenza che io desideravo impiegare, furono fatti dal dott. J. A. Fleming, F. R. S., che studiò pure alcuni dettagli degli apparecchi di produzione e controllo delle oscillazioni elettriche. Questi, insieme con gli espedienti da me introdotti, ed il mio speciale sistema di sintonizzazione dei circuiti induttivi, hanno fatto sorgere un impianto generatore di onde elettriche più potente di qualsiasi sinora costruito. Mi hanno pure molto assistito negli esperimenti fatti con le apparecchiature elettriche ad alta tensione i signori R. N. Vyvyan e W. S. Entwistle.

I primi esperimenti furono compiuti nel Newfoundland nel dicembre scorso, ed ogni assistenza ed incoraggiamento mi furono elargiti dal Governo di Terranova. Poichè in quella stagione era impossibile erigere una installazione permanente con pali, io feci gli esperimenti

con ricevitori collegati ad un filo verticale lungo quasi 400 piedi sollevato da un cervo volante. Questo diede luogo ad una gran quantità di inconvenienti, poichè, in conseguenza delle variazioni del vento, si verificavano continue variazioni nella capacità elettrica del filo. I miei assistenti in Cornovaglia avevano ricevuto istruzioni di trasmettere durante certe ore, ogni giorno, una successione di «S», seguìta da un breve messaggio a intervalli prestabiliti, ogni dieci minuti, alternando con cinque minuti di pausa. A causa delle continue variazioni nella capacità del filo aereo, fu presto riscontrato che un ordinario ricevitore sintonico non era adatto, in quanto veniva ogni tanto registrato un certo numero di segnali incomprensibili. Io provai quindi ad inserire, nel circuito secondario di un trasformatore, vari coesori microfonici auto-decoerenti, ricevendo i segnali in un telefono. Con parecchi di questi coesori i segnali venivano ricevuti distintamente e chiaramente, e soltanto nei momenti prestabiliti una successione di «S» in molti casi era sentita distintamente, ancorchè, probabilmente in conseguenza della debolezza dei segnali e della imprecisione del rivelatore, nessun vero messaggio potesse essere decifrato. Dei coesori utilizzati uno conteneva della polvere di carbone non compressa, un altro, studiato da me stesso, conteneva una mescolanza di polvere di carbone e cobalto, ed un terzo, il «Coesore della Marina Italiana» una goccia di mercurio tra due elettrodi. Debbo gran parte dei buoni risultati ottenuti a due dei miei

assistenti, il sig. G. S. Kemp e P. W. Paget, che mi diedero valido aiuto durante le prove che il tempo, estremamente rigido in dicembre a Terranova, rendeva particolarmente difficili ad eseguirsi.

Il risultato di questi esperimenti fu sufficiente per persuadere me ed i miei assistenti che, con stazioni permanenti dalle due parti dell'Atlantico, e con l'impiego di un po' più di potenza, si sarebbero potuti inviare messaggi attraverso l'oceano con la stessa facilità che attraverso molto minori distanze. Gli esperimenti non poterono essere continuati ed estesi per l'azione che la Compagnia dei cavi, la quale rivendica tutti i diritti telegrafici e Terranova, giudicò d'intraprendere allora. Avendo ricevuto da parte del Governo del Dominion del Canadà un più generoso invito a continuare i miei lavori nel Dominion, non era desiderabile continuare le prove nel Newfoudland, dove avrei avuto probabilità di addivenire ad una lite con la Compagnia telegrafica. Son lieto di dichiarare che il Governo canadese, per iniziativa di Sir Wilfred Laurier e del sig. Fielding, si è mostrato molto intraprendente in merito, e non solo incoraggiò l'erezione di una grande stazione nella Nuova Scozia, ma ha ora assicurato un sussidio di 16.000 lire sterline per la costruzione di questa stazione transatlantica che ha per scopo le comunicazioni con l'Inghilterra dalla costa della Nuova Scozia. Si prevede che la stazione canadese sarà pronta per nuove prove molto presto. Un'altra sta-

zione per lo stesso scopo è in costruzione sulla costa degli Stati Uniti.

Verso la fine di febbraio di quest'anno ritenni conveniente provare a qual distanza potessero essere ricevuti da bordo di un piroscafo i messaggi trasmessi dalla potente stazione di Poldhu. Il piroscafo prescelto fu il *Filadelfia* dell'American Line. Il conduttore ricevente fu fissato all'albero maestro, la cui cima era a circa 60 metri dal livello del mare. Poichè l'antenna era fissa e non ondeggiante con un cervo volante, come nel caso degli esperimenti di Terranova, furono ottenuti risultati veramente buoni, con un ordinario ricevitore sintonico, simile a quelli che ho già descritti, ed i segnali furono tutti registrati su una zona dell'ordinario apparecchio scrivente Morse. Furono ricevuti dalla Cornovaglia messaggi leggibili sul nastro sino ad una distanza di 1551 miglia, e furono ricevuti segnali persino a 2099 miglia. La maggior parte dei messaggi fu ricevuta in presenza del capitano o del primo ufficiale del piroscafo, i quali furono tanto cortesi da firmare le zone. Ho qui, incorniciate, parte di queste zone, ed esse potranno essere esaminate alla fine del mio discorso. È curioso osservare che i segnali non potevano essere ricevuti ad oltre 900 miglia da alcuno dei coesori ad auto-decoesione. La ragione di questo risiede probabilmente nel fatto che il ricevitore accordato, quando è collegato ad un aereo fisso è più efficiente. Un altro risultato di considerevole interesse scientifico fu che ad una distanza di oltre 700 miglia i

segnali trasmessi durante il giorno andavano completamente perduti, mentre quelli trasmessi di notte erano percepiti, come ho detto, molto forte sino a 1551 miglia, ed erano persino decifrabili ad una distanza di oltre 2099 miglia. Questo risultato che io ebbi l'onore di illustrare innanzi alla Royal Society ieri nel pomeriggio, può essere dovuto alla diselettrificazione operata per influenza della luce sull'antenna trasmittente molto fortemente caricata.

Mi rincresce che il tempo non mi permetta di esporre i punti di vista che sono stati enunciati circa questo fenomeno. Io non credo tuttavia che l'effetto della luce confinerà il lavoro della radiotelegrafia transatlantica alle ore della notte, perchè, per compensare la perdita della chiarezza dei segnali, può essere usata, di giorno, alla stazione trasmittente, una sufficiente energia di emissione, e quindi questo mezzo di comunicazione attraverso l'Atlantico non sarà un'attività notturna come sembra disposto a classificarla qualcuno legato alle compagnie dei cavi. È tuttavia probabile che se io avessi conosciuto questo effetto della luce all'epoca degli esperimenti di Terranova, ed avessi provato a ricevere di notte, avrei avuto risultati molto migliori di quelli ottenuti.

Si sta rapidamente avvicinando il giorno in cui i piroscafi saranno in condizioni di essere in contatto ed in comunicazione con le coste attraverso tutti gli oceani, e temo che la quiete e l'isolamento dal resto del mondo

che è tuttora possibile godere a bordo dei piroscafi saranno presto cose del passato. Per quanto possa essere grande l'importanza della radiotelegrafia tra nave e nave, io penso che questo sarà ancor più importante per il mondo se risulterà funzionante ed applicabile su così grandi distanze come quelle che separano l'Inghilterra dalle sue colonie e dall'America. Chiunque abbia vissuto in colonia può valutare quanto sia penoso dover aspettare forse quattro o cinque settimane prima di ricevere una risposta ad una lettera inviata a casa. Le tariffe dei cavi sono attualmente proibitive alla vasta maggioranza delle persone. Non sarà forse mediante la radiotelegrafia che si potrà ovviare all'inconveniente?

Chiedo scusa di avervi intrattenuti così a lungo, ma non posso fare a meno di leggervi, come conclusione, un breve estratto da un articolo di fondo del «Times» di Londra del 21 dicembre 1901 – pubblicato all'epoca degli esperimenti di Terranova – e lo faccio perchè esso esprime in linguaggio ammirabilmente chiaro gli stessi sentimenti con i quali io considero questo argomento: «Sarebbe probabilmente difficile esagerare il buon risultato della radiotelegrafia se, come Marconi ed Edison evidentemente credono, e la Compagnia Anglo-Americana evidentemente teme, essa potrà in tempo non lontano svilupparsi sino al successo commerciale. Il costo della telegrafia con paesi lontani è oggi proibitivo ai più, e persino quelli che ne fanno uso, lo fanno esclusivamente per gli affari di grande urgenza, o per casi nei

quali sono in giuoco vasti interessi. Le ragioni dell'alto costo vanno naturalmente ricercate nell'enorme costo dell'impianto, sia nella costruzione iniziale, sia nella sua manutenzione e riparazione. Un sistema di telegrafia aerea che non richieda un impianto dispendioso, e per mezzo della quale si possano mandare messaggi a prezzi moderati diverrebbe presto un potente fattore di consolidamento di quei vincoli tra Inghilterra e Colonie che altri recenti eventi hanno contribuito a creare e rinforzare. Un sistema di telegrafia relativamente a buon mercato farebbe veramente per l'Impero Britannico quello che fece il corriere postale a un penny per il Regno Unito. La patetica leggenda di Rowland Hill, i cui sforzi per stabilire un servizio postale a buon mercato furono originati dalla simpatia che egli provò per una povera ragazza in un villaggio del Cumberland, la quale non poteva pagare la tassa richiesta per una lettera indirizzata a suo fratello in un paese distante, si riferiscono ad una circostanza che come principio può essere ripetuta oggi in molte parti del mondo. Un servizio telegrafico economico unirebbe famiglie talvolta sparse, terrebbe i membri dispersi in vivo e continuo contatto con la vecchia casa e rinsalderebbe le amicizie fra il nostro popolo e le colonie, forgiando anche un altro anello della catena che lega questo paese agli Stati Uniti».

SULLA TELEGRAFIA SENZA FILI[19]

Sire, Graziosa Regina, Altezze Reali, Signore, Signori.

È con animo commosso che io potrò parlare alla augusta presenza di Vostra Maestà, che col Suo altissimo interessamento e col Suo sovrano appoggio mi ha sostenuto nel modo più potente nell'ardua via del mio lavoro, e mi ha compensato nel modo più lusinghiero per quanto ho potuto ottenere coll'opera mia, intenta a rendere pratico un nuovo e più conveniente mezzo di comunicazione tra gli uomini.

È con profonda soddisfazione del mio cuore d'italiano che dopo molti anni di lavoro compiuto in varie parti del mondo, oggi mi ritrovo a Roma, nella capitale gloriosa della patria mia, dove principalmente si è svolta l'iniziativa dei ministri, per merito dei quali spero vengano assicurati all'Italia i vantaggi più grandi che la telegrafia senza fili possa dare.

---

[19] Conferenza tenuta in Roma nell'Aula massima del Campidoglio dall'Associazione elettrotecnica italiana nella seduta solenne in onore di Guglielmo Marconi il 7 maggio 1903.

Da quando lasciai l'Italia per esperimentare e perfezionare la mia invenzione di fronte alle immense distanze dell'Oceano Atlantico, in mezzo al traffico attivo che si svolge fra le coste del Nord America e dell'Inghilterra, per le cui esigenze sono sempre più insufficienti i mezzi più moderni di comunicazione, è questa la prima volta che ho l'onore e la fortuna di dare nel mio paese una completa relazione del lavoro fatto da me e dai miei assistenti nel campo della telegrafia senza fili.

Nel riesaminare questa storia dovrò rievocare esperienze, risultati e fatti in parte già resi noti; ma è per mia gioia ed orgoglio che mi sono riservato di dare in Roma l'affermazione del risultato pratico maggiore sino ad oggi ottenuto, del quale la trasmissione radiotelegrafica a qualsiasi distanza diventerà per l'avvenire, io spero, un semplice corollario.

I PRINCIPII SCIENTIFICI.

È a tutti noto come nello studio delle forze e delle leggi fisiche da me applicate io abbia avuto molti precursori; ma credo pure che quando in Bologna nel 1895 pensai di utilizzare le oscillazioni elettriche trasmesse attraverso l'etere dello spazio per ottenere un nuovo sistema di telegrafia, nessuno era ancora riuscito a trasmettere senza fili, mediante i raggi di Hertz, a vantaggiosa distanza, un segnale telegrafico qualsiasi regolarmente registrabile. Ed a prova di ciò è noto come la no-

tizia della riuscita delle mie prime esperienze venne accolta, specialmente all'estero, con quasi generale diffidenza.

La possibilità di attivare macchine e apparecchi attraverso lo spazio senza servirsi di qualsiasi tangibile od artificiale conduttore e di obbligare questi apparecchi a fare certi movimenti dipendenti dalla volontà della persona che manipola gli apparecchi trasmettitori posti a centinaia o migliaia di miglia di distanza dai primi, si presenta certo alla mente come un risultato meraviglioso e forse misterioso.

Tuttavia, studiando da vicino i mezzi impiegati dalla natura nella trasmissione delle più grandi sue forze si trova, che, per quanto meravigliosa possa sembrare la trasmissione telegrafica senza fili, pure questa effettuasi in modo più conforme ai metodi naturali di quello che non succeda nell'ordinaria trasmissione telegrafica mediante i fili.

Ed invero la telegrafia senza fili non è che una semplice conseguenza dell'osservazione e dello studio dei mezzi impiegati dalla natura per ottenere i suoi effetti di calore, di luce, di magnetismo attraverso lo spazio.

Come il calore e la luce del sole, da cui dipende la vita del nostro pianeta, ci vengono trasmessi attraverso milioni e milioni di chilometri di spazio, come la luce delle lontanissime stelle, come le tante perturbazioni elettriche e magnetiche della natura si manifestano a noi dopo avere attraversato le più smisurate distanze, a me

parve che adoperando mezzi simili a quelli adoperati dalla natura si sarebbero pure dovuti trasmettere degli effetti a nostra volontà, regolarmente registrabili a qualsiasi distanza.

Così il sistema di telegrafia attraverso allo spazio, del quale ora sono intento a parlare, è basato appunto su metodi atti a produrre e controllare certe specie di onde elettriche che sono invisibili ai nostri occhi, ma sono simili alle onde luminose, per quanto differenti da esse rispetto al periodo di vibrazione.

La prova matematica data da Clerk Maxwell e quella sperimentale, data da Heinrich Hertz sulla identità della luce e della elettricità hanno insegnato a produrre ed a rivelare tali onde, ed hanno reso possibile questo nuovo mezzo di comunicazione.

I fenomeni della induzione elettromagnetica messi in evidenza dalle scoperte di Arago, di Faraday, di Ampère hanno già da tempo dimostrato come possa avvenire una trasmissione di energia elettrica attraverso un piccolo spazio d'aria fra un conduttore percorso da una corrente variabile ed un altro conduttore posto in vicinanza, e come tale trasmissione sia sensibile a distanze più o meno grandi, a seconda che la corrente del primo vari in modo più o meno rapido e sia messa in giuoco maggiore o minore quantità di energia.

La spiegazione meccanica di tale fenomeno può essere appunto ritrovata nell'esempio del modo con cui viene trasmesso a maggiori o minori distanze il disturbo

provocato nell'aria dallo scatto di una molla tesa, a seconda della frequenza di oscillazione della molla e della massa d'aria da essa spostata.

In considerazione di ciò mi è parso naturale, per ottenere una trasmissione di energia, disporre di correnti alternate di altissima frequenza e di grandissimo potenziale, cioè delle correnti simili a quelle prodotte dalla scarica oscillante di un condensatore.

Sarebbe impossibile in una sola conferenza spiegare come debbasi ottenere una scarica elettrica oscillante affinchè questa produca onde elettriche di caratteristiche adatte alla trasmissione a grande distanza. Ricorderò solo come la grande affermazione sperimentale data da Hertz nel 1887 alla teoria di Maxwell abbia dimostrato che se due corpi metallici vengono caricati elettricamente in senso opposto e poi scaricati l'uno sull'altro mediante una scintilla, in certe condizioni possono irradiarsi nello spazio onde, di cui è possibile misurare la lunghezza, come pure di osservare i fenomeni di riflessione, di rifrazione e di polarizzazione. È stato inoltre riconosciuto come la lunghezza di tali onde sia assai grande in confronto di quella delle onde luminose e come esse abbiano il vantaggio di non essere assorbite da nebbia e da molti corpi, che agiscono come ostacolo alla propagazione delle onde luminose.

Ma le onde hertziane, come erano prodotte dal loro scopritore e da quegli scienziati che hanno ripetute le sue esperienze, avevano una portata di trasmissione di

pochi metri, e, secondo gli studi e le induzioni dell'illustre scienziato tedesco, esse venivano prodotte in modo da rendere i loro caratteri eguali per quanto possibile a quelli delle onde luminose, ciò che diminuisce la loro efficacia a distanza. Fu invece mio intento di seguire una via completamente opposta nella produzione di oscillazioni elettriche, e cioè io mi dedicai ad ottenere onde elettriche di lunghezza centinaia di volte maggiore di quella delle onde usate da Hertz, per poterle utilmente applicare a quanto avevo di mira.

Gli apparecchi primitivi.

Lungo sarebbe il riprodurre qui tutta la storia, la teoria, le applicazioni tecniche e pratiche della radiotelegrafia; ma dalla descrizione dei miei primi apparecchi e da quella dei più moderni, dalla relazione dei primi risultati pratici ottenuti e da quella degli ultimi raggiunti potrà essere dedotto quanto è stato fino ad oggi conseguito.

I miei primi apparecchi erano così costituiti:

Il trasmettitore (fig. 1) era composto da un oscillatore hertziano alquanto modificato, del quale la caratteristica principale fu da me ottenuta ideando di collegare una sfera dello scintillatore *B* con la terra e l'altra sfera con una capacità elevata o con un filo metallico verticale *A*; le due sfere *B* erano poi connesse con gli estremi del circuito secondario di un rocchetto d'induzione o trasfor-

matore *C*. Con tale dispositivo, quando la chiave di trasmissione *b* è abbassata, la corrente di una batteria di accumulatori *a*, debitamente trasformata dal rocchetto, carica le sfere ed il filo verticale fino a che con la scarica che ne sussegue viene causata una rapida successione di scintille fra le due sfere, producendo così quei rapidi spostamenti delle linee di forze elettriche avviluppanti il filo verticale, che sono atti a produrre onde elettriche nell'etere circostante; per tal modo il filo verticale diventa un radiatore di onde elettriche che si propagano attraverso lo spazio con la velocità della luce.

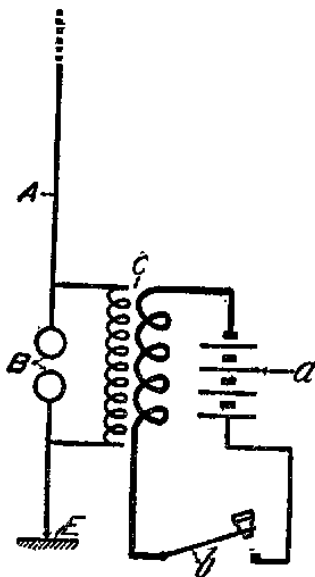
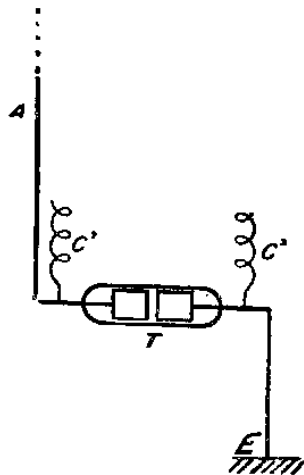



Fig. 1. Fig. 2.

È facile comprendere come, premendo un tasto telegrafico Morse *b*, posto nel primario del rocchetto d'induzione, per un tempo più o meno lungo, possano essere emesse serie più o meno lunghe d'impulsi o di onde elettriche, le quali, se trovano entro la rispettiva sfera d'azione un apparecchio ricevitore da esse influenzabile, fanno su di questo risentire, in modo più o meno lungo, il loro effetto, riproducendo così i segni corti e lunghi all'alfabeto Morse od altri segnali inviati da chi manipola il tasto dell'apparecchio trasmettitore.

Il sistema ricevitore (fig. 2) consisteva in una capacità elevata in un filo metallico verticale *A* collegato nella sua parte inferiore con uno speciale tubetto *T* contenente tra i due cilindretti, delle polverine metalliche sensibili alle oscillazioni elettriche (e perciò chiamato da alcuni *occhio elettrico*), secondo proprietà scoperte ed osservazioni fatte dall'italiano Calzecchi-Onesti, dal Varley, dall'Hughes, dal Branly e dal prof. Lodge, il quale ultimo chiamò tale tubetto *coherer*.

Questo tubetto, alla sua volta, era collegato con un altro filo metallico messo a terra (*E*) e contemporaneamente faceva parte di un circuito c^2 contenente una pila *p* ed un *relais* o soccorritore telegrafico *R* (fig. 3) assai sensibile, atto a chiudere un secondo circuito comprendente una pila *P*, un interruttore a campanello *m* ed una macchina Morse *M*.

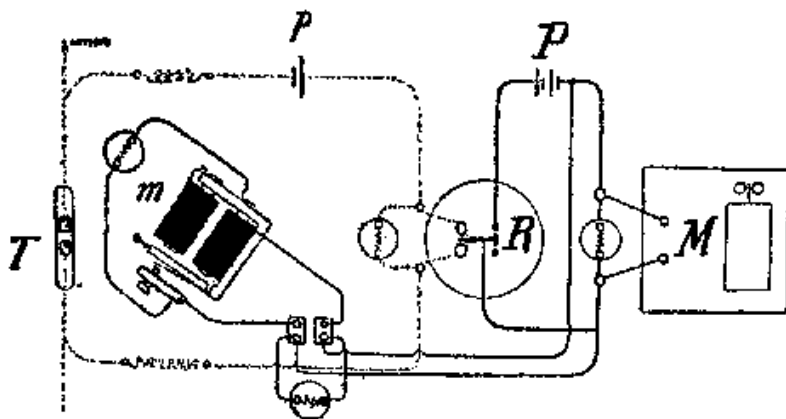



Fig. 3.

In condizioni normali il tubetto sensibile ha una resistenza elettrica grandissima, e la corrente della pila non può attraversarlo per far agire il soccorritore e quindi far funzionare la macchina Morse e l'interruttore a martello; ma quando il tubetto è influenzato da oscillazioni elettriche esso diventa conduttore, abbassando la sua resistenza sino a 500 od anche a 100 *ohm*, e lascia quindi passare la corrente del soccorritore che fa funzionare la macchina Morse e l'interruttore a martello, il quale ha l'ufficio di scuotere il tubetto per fargli riacquistare la primitiva resistenza.

Da tale disposizione consegue il pratico risultato che il circuito della macchina Morse è chiuso per un tempo più o meno lungo, a seconda che arrivano serie più o meno lunghe di oscillazioni elettriche, e cioè a seconda

che nella stazione trasmittente la chiave è tenuta abbassata per tempo più o meno lungo in modo da riprodurre le lettere dell'alfabeto in base a un ordinario codice telegrafico a punti e linee.

Da questa descrizione sommaria dei miei primi apparecchi risulterà come non sarebbe forse stato sufficiente di applicare le oscillazioni elettriche allo scopo di telegrafare attraverso lo spazio; ma che una innovazione semplice, ma importante, era necessaria; e questa innovazione consisteva appunto nell'adozione di un oscillatore differente da quello precedentemente usato dall'Hertz, poichè l'aggiunta dell'antenna e della presa di terra rende l'oscillatore atto ad irradiare onde elettriche di grande potenza a distanze enormemente maggiori di quelle fino allora raggiunte.

Credo di non errare affermando che l'adozione delle capacità elevate od antenne al trasmettitore e ricevitore è stata la condizione necessaria ed essenziale per rendere possibile la comunicazione a grandi distanze mediante le oscillazioni elettriche d'alta frequenza.

*
* *

Per l'applicazione pratica di questi miei primi apparecchi si imponeva la soluzione dei seguenti problemi:

1° Ottenere l'indipendenza di comunicazione fra varie stazioni vicine;

2° Ottenere la possibilità di trasmettere telegrammi a qualsiasi distanza;

3° Ottenere che terre e monti frapposti fra due stazioni non riuscissero di ostacolo alle comunicazioni radiotelegrafiche.

Gli apparecchi sintonici.

Fu nel 1898 che ottenni i primi risultati sul sistema di accordo elettrico fra stazioni radiotelegrafiche, che mi hanno reso possibile di risolvere in massima il primo problema; e dirò quindi qualche parola dei vari passi fatti nello sviluppo del sistema di sintonia applicato nelle mie stazioni.

Fu forse osservando il modo nel quale viene ottenuto il suono a distesa delle grandi campane delle nostre chiese mediante le corde tirate da uomini alla base dei rispettivi campanili, che trovai una meccanica analogia con quanto poteva avvenire nell'utilizzazione dell'energia elettrica irradiata dagli apparecchi trasmettitori.

Volendo ottenere il suono di una grossa campana, se non si vuol rompere la corda, è necessario, come sarà stato da tutti osservato, che i campanari diano una serie di strappi alla corda con un certo regolare intervallo di tempo finchè l'ampiezza dell'oscillazione ottenuta sia sufficiente a far battere i martelli. Sarà stato pure osservato che la frequenza necessaria delle tirate alle corde e cioè degl'impulsi dati alle campane varia a seconda della grandezza di queste ed è di tanto minore frequenza quanto più è grande la campana da far suonare.

È pure noto che quella frequenza di strappi che fa suonare dopo un certo tempo una certa campana, non farà mai suonare un'altra campana di dimensioni molto differenti.

Un fatto del tutto analogo avviene in un tempo infinitamente più piccolo nel tentare di indurre, mediante onde attraverso allo spazio, oscillazioni elettriche in un buon risuonatore elettrico.

Se la forma e le costanti di questo risuonatore sono tali da costituire un persistente vibratore, cioè un vibratore le cui oscillazioni non siano facilmente smorzate da resistenza o da irradiazione di energia, sarà necessario, per ottenere che esso sia influenzato, fare irradiare da un persistente radiatore una serie di ritmici impulsi o di oscillazioni di tale periodo da essere in accordo elettrico col periodo del risuonatore o ricevitore.

Da ciò consegue che la risonanza elettrica, similmente alla risonanza meccanica, dipende in modo essenziale dall'accumularsi di effetti dovuti ad un gran numero di piccoli impulsi trasmessi con un certo ritmo.

Così l'accordo fra due stazioni radiotelegrafiche può ottenersi solo quando dalla stazione trasmettente viene irradiato un sufficiente numero di questi impulsi elettrici di misurato ritmo e questi impulsi raggiungano un ricevitore atto a vibrare elettricamente con un periodo d'oscillazione uguale a quello degli impulsi stessi.

A tale scopo non si è dimostrato adatto il mio trasmettitore primitivo, poichè un conduttore verticale,

come quello della prima figura, non è un oscillatore persistente. La sua capacità elettrica è relativamente così piccola e la sua proprietà di irradiare così grande che ad ogni scintilla tutta l'energia irradiata è dispersa nello spazio in una o due potenti oscillazioni che, per quanto assai convenienti quando si vogliono ottenere effetti a distanza su dei ricevitori non sintonizzati, hanno il grande svantaggio di influenzare ricevitori anche di periodo assai differente dal proprio.

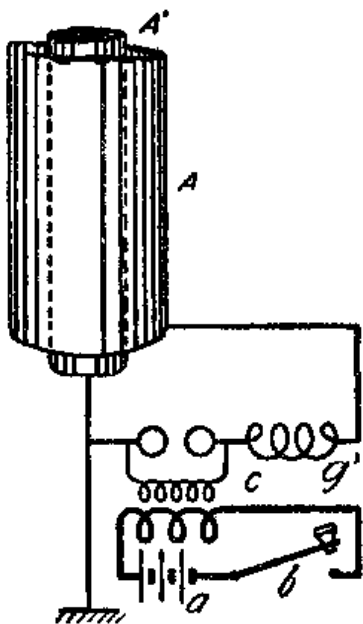



Fig. 4.

Nella ricerca quindi di un trasmettitore atto a distribuire una stessa somma di energia con un grande numero di piccoli impulsi e di un oscillatore accordato con esso, nel principio del 1900 ottenni buonissimi risultati costituendo sia il radiatore che il risuonatore con due cilindri concentrici *A, A'* (fig. 4) di cui l'interno è in comunicazione con la terra.

L'irradiazione di energia elettrica con tale dispositivo può essere paragonata alla radiazione di calore che può avvenire in un tempo comparativamente lungo

da un vaso di metallo a parete sottile ripieno di acqua calda, mentre l'irradiazione di energia elettrica ottenuta con una semplice conduttura può essere paragonata alla breve irradiazione di calore e conseguente rapido raffreddamento dello stesso vaso metallico previamente riscaldato, ma vuoto.

In pari tempo la grande capacità data col medesimo sistema al ricevitore può essere paragonata alla grande massa data ad un pendolo lungo e pesante di periodo d'oscillazione ben deciso, atto solo a rispondere o ad essere influenzato da oscillazioni di periodo uguale o presso a poco uguale al proprio; mentre, col vecchio sistema, il *coherer* attaccato al filo verticale potrebbe paragonarsi ad una leggera corda sospesa dall'alto o ad una bandiera movibile ad ogni leggero soffio di vento.

Però la grande distanza di trasmissione e la semplicità del sistema a filo verticale mi indussero a nuove esperienze dirette ad ottenere persistenti oscillazioni in una semplice antenna; a ciò riuscii associando induttivamente un tale filo radiatore con un circuito comprendente un condensatore o bottiglia di Leida (*e*) d'appropriata capacità. Nella figura 5 troviamo tale circuito; ma è stato correttamente dichiarato dal prof. Lodge che, benchè tale circuito sia un persistente oscillatore, è però, per la sua forma di circuito chiuso, di pochissima efficacia per trasmissioni a distanza.

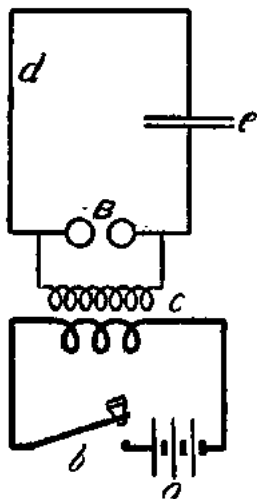



Fig. 5.

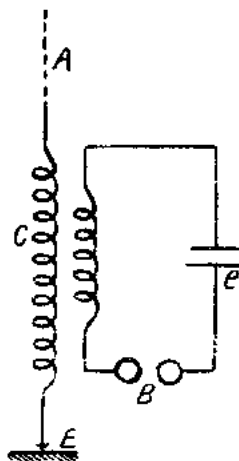



Fig. 6.

In certe mie esperienze trovai che, mettendo un filo conduttore *A* (fig. 6) in vicinanza o, anche meglio, avvolto attorno a parte (*c*) di detto circuito, le oscillazioni si possono comunicare per induzione al filo aereo che a sua volta diventa per l'associazione del condensatore, che agisce come magazzino d'energia, un persistente oscillatore ed un efficace trasmettitore per grandissime distanze.

Vi è però una condizione essenziale che ritrovai dover essere soddisfatta per ottenere il desiderato risultato, ed è precisamente che il circuito del condensatore abbia un periodo di oscillazione uguale al periodo del filo aereo, poichè se tale condizione non è soddisfatta il differente periodo dei due conduttori crea oscillazioni di dif-

ferente frequenza e fase in ciascun circuito, col risultato che l'effetto ottenuto è debole e non soddisfacente nel ricevitore corrispondente.

Il prof. Braun ha suggerito anche egli l'uso di un condensatore associato al filo aereo; ma non mi consta che prima della data dei miei brevetti egli abbia riconosciuto l'assoluta necessità dell'accordo dei due circuiti, condizione senza la quale non è possibile trasmettere a considerevoli distanze.

Il periodo del filo aereo od antenna A dei miei apparecchi, può essere variato aumentando o diminuendo il numero delle sue spire, (fig. 7) oppure mettendo un condensatore in serie con esso.

Così pure può essere variato il periodo di oscillazione del circuito del condensatore *e* costituendo questo in modo da poterne cambiare la capacità elettrica, oppure variando la induttanza del circuito.

La stazione ricevente accordata con un tale trasmettitore è schematicamente mostrata dalla figura 8.

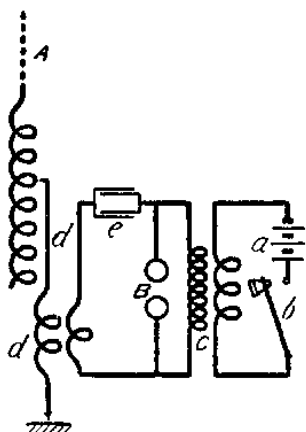
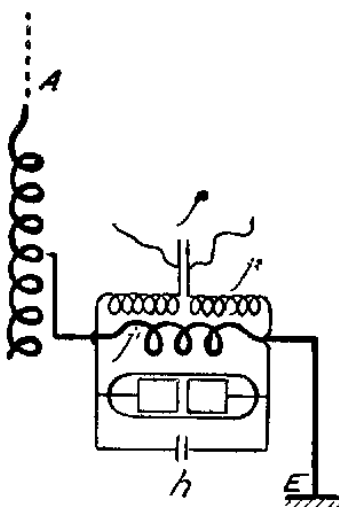



Fig. 7. Fig. 8.

Il filo aereo *A* che funziona pure da risuonatore è collegato alla terra *E* attraverso al primario j^1 di un piccolo trasformatore il cui secondario j^2 è collegato col tubetto sensibile, con un condensatore *h* in derivazione.

Anche con tale dispositivo fu osservato che si ottiene un buon risultato solo quando il periodo di oscillazione del filo aereo, del primario del trasformatore e relativa connessione a terra è in accordo od in risuonanza elettrica col secondario del trasformatore stesso e relativo condensatore.

La funzione di quest'ultimo condensatore è di aumentare la capacità del circuito secondario risuonante del trasformatore, per modo che, all'arrivo di una lunga serie di deboli, ma intonati impulsi, l'effetto di questi ven-

ga sommato sino a tanto che l'ampiezza di oscillazione in tale circuito sia sufficiente a stabilire tra gli estremi del tubetto o *coherer* una differenza di potenziale atta a provocare un decisivo e sicuro funzionamento dell'apparecchio ricevente.

Concludendo su questo argomento, l'accordo perfetto fra il trasmettitore ed il ricevitore sopra descritti avviene quando i prodotti dei valori della capacità ed induttanza dei quattro circuiti che li costituiscono sono uguali.

Con tale sistema, illustrato nelle figure 7 ed 8, sono riuscito nel 1900 a ricevere o trasmettere in una stazione due dispacci contemporaneamente, oppure a rendere due mie stazioni, come quella di Poole e quella di Santa Caterina nell'isola di Wight, indipendenti dalle stazioni vicine, ove per conto dell'Ammiragliato inglese funzionavano allo stesso tempo altri miei apparecchi.

Anzi, alla stazione di Poole vennero fatte recezioni di radiotelegrammi simultanee in differenti lingue.

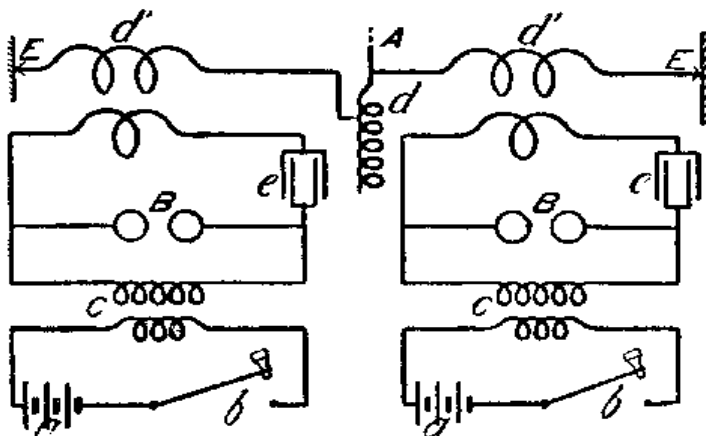



Fig. 9.

Un rapporto di questi risultati venne pubblicato dal prof. Fleming il 4 ottobre 1900.

Il modo di ottenere questi risultati è facile a comprendersi quando si pensi alla possibilità dell'uso, nelle varie coppie di stazioni fra loro comunicanti, di oscillazioni elettriche di differente periodo. Nella figura 9 si vedono due trasmettitori, perfettamente analoghi a quello della figura 7, di differente periodo, connessi a diversi punti di una medesima antenna *A*. Così nella figura 10 due ricevitori, analoghi a quello della figura 8 ed accordati coi due trasmettitori della figura 9, sono connessi alla medesima antenna ricevente *A*.

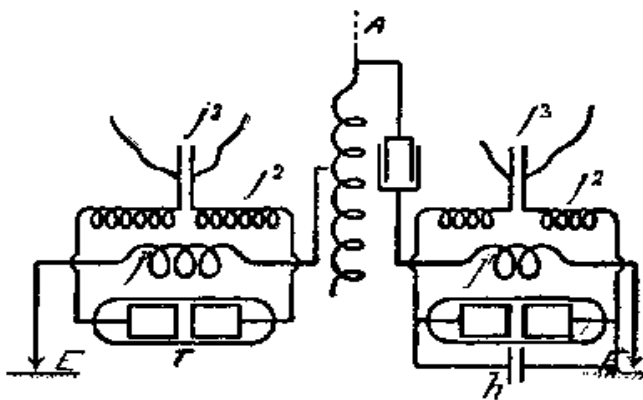



Fig. 10.

Ma nell'affermare l'efficacia di questo sistema di sintonia, non voglio dire che non sia possibile sotto certe circostanze che una persona esperta riesca a ricevere, mediante intelligenti tentativi, in una data stazione, un dispaccio trasmesso fra altre due stazioni fra loro comunicanti; ma desidero dichiarare che, volendosi l'indipendenza in un servizio radiotelegrafico commerciale, è ora possibile far funzionare varie stazioni vicine fra loro, senza che si disturbino a vicenda, pur di adoperare apparecchi opportunamente accordati.

Gli apparecchi di grande potenza.

È per mezzo dei miei apparecchi sintonici che risolsi non solo il primo problema, cioè quello dell'indipendenza di funzionamento di varie stazioni, ma anche quello della grande portata di trasmissione, rispondendo così

alle obbiezioni generalmente fattemi che la curvatura della terra e ostacoli naturali, come colline e montagne, non avrebbero mai permesso al radiotelegrafo di sorpassare certi limiti di distanza.

Mediante un conveniente impiego di energia, mediante uno studio sui mezzi impiegati dalla natura, come dissi in principio, per trasmettere i suoi effetti a distanza, e cioè uno studio su la più conveniente lunghezza di onda delle oscillazioni elettriche che possono arrivare più lontane, come accade delle note basse musicali rispetto alle acute, siamo riusciti ad ottenere, con apparecchi sintonici di grandissimo periodo di oscillazione, effetti pratici ufficialmente controllati dalla nostra R. Marina, attraverso a centinaia ed, in seguito, a migliaia di chilometri.

Fu al principio del 1901 che ottenni la prima trasmissione completa di radiotelegrammi ad una distanza di circa 300 chilometri, di cui parte su mare e parte su terra, risolvendo così in gran parte il problema in parola.

Intendo con ciò parlare delle mie esperienze fatte nel 1901 fra Capo Lizard (Cornovaglia) e Santa Caterina (Isola di Wight) con apparecchi sintonici basati sui principi sopradetti.

In seguito a tale esperienza riposi sempre maggior fiducia nella costruzione di quegli apparecchi a grande potenza che nello stesso anno iniziai a Poldhu (Cornovaglia), assistito con un'assoluta fiducia e senza risparmio alcuno, come sin dalle mie prime esperienze, dalla

Marconi's Wireless Telegraph Company Limited di Londra.

Darò quindi una descrizione sommaria degli apparecchi di trasmissione a grande potenza usati.

Il trasmettitore è simile in principio a quello sintonico sopra descritto, ma il padiglione di fili aerei è molto più grande ed il potenziale al quale detto padiglione viene caricato è assai maggiore di quello che sia stato mai usato in precedenza.

La somma di energia impiegata in tali trasmettitori viene approssimativamente calcolata prima della costruzione di ogni stazione extrapotente, ed il relativo progetto varia col variare della distanza da sorpassarsi.

Così pure la forma del padiglione aereo subisce modificazioni in base alla maggiore o minore energia da irradiarsi.

Il padiglione aereo usato nella mia prima stazione a grande potenza, cioè in quella di Poldhu, era costituito da 50 fili di rame sostenuti in alto da una draglia orizzontale distesa fra due alberi alti oltre 48 metri e distanti 60 metri l'uno dall'altro.

Questi fili nella parte superiore distavano fra loro di circa un metro e nella parte inferiore convergevano in un comune collegamento che veniva connesso agli apparecchi trasmettitori.

Il potenziale al quale questi conduttori erano caricati durante la trasmissione era sufficiente a produrre una

scintilla di un metro di lunghezza attraverso l'aria fra la cima di detti fili ed un conduttore presso terra.

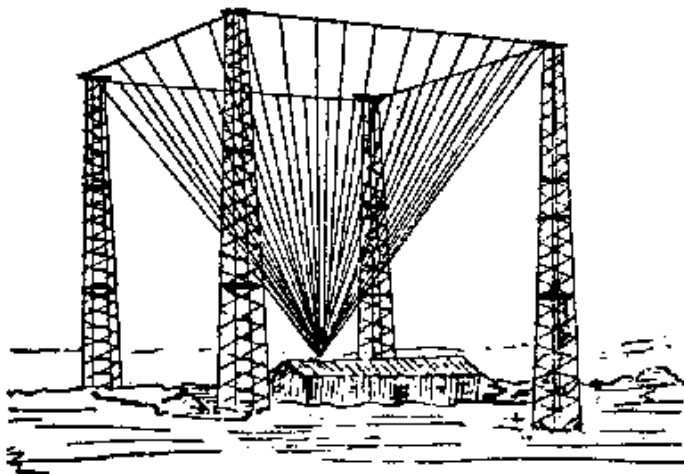



Fig. 11.

Mediante speciali disposizioni di ingegneria elettrica per produrre e regolare oscillazioni elettriche così potenti, mediante un mio speciale sistema di sintonizzazione dei circuiti, è stato possibile di ottenere una stazione generatrice di onde elettriche di una potenza mai prima neppur lontanamente raggiunta.

I risultati avuti con tali potenti apparecchi nella prima prova da me fattane alla fine dell'anno 1901 fra l'Inghilterra e l'isola di Terranova nel Nord America, mi convinsero che con stazioni stabili costruite sulle coste opposte dell'Atlantico e con l'impiego di maggiori energie sarebbe stato possibile inviare i radiotelegrammi com-

pleti sia attraverso l'Oceano che a qualsiasi altra distanza.

In Terranova, come è noto, dovetti presto interrompere le mie esperienze causa i diritti dichiarati della Compagnia dei cavi, cioè l'Anglo-American-Telegraph Company, che pare avesse ottenuta la esclusiva concessione di usare non solo i cavi, ma qualsiasi altro mezzo di comunicazione anche attraverso l'aria, il mare o la terra.

Un generoso invito del Governo canadese, che mi offrì una sovvenzione di 400.000 lire se consentivo a continuare le mie esperienze nel Canadà, mi indusse a stabilire una grande stazione a Table Head nella Nuova Scozia, della cui inaugurazione ed esercizio parlerò in seguito.

Mediante l'impiego dei miei apparecchi ultrapotenti di trasmissione, ebbi modo di fare importanti osservazioni e studi sugli apparecchi di recezione. Così nell'esperimento fatto verso la fine del febbraio 1902 a bordo della nave *Filadelfia* dell'American Line (esperimento descritto in una mia lettura alla Royal Institution in Londra il 13 giugno 1902) ebbi la prova che i miei ricevitori a *coherer* coi mezzi disponibili su di una nave in pieno Oceano e con l'energia usata a Poldhu rendono possibile la registrazione di radio-telegrammi a distanze di circa 3000 chilometri; e fu durante tale esperimento che scopersi per primo l'influenza esercitata dalla luce solare sulla portata della trasmissione, fenomeno sul quale espressi qualche ipotesi nella sopracitata lettura.

Il «detector» magnetico.

In seguito a tale esperienza riconobbi pure come gli apparecchi ricevitori basati sull'impiego di tubi sensibili a limatura o *coherer*, non rispondono sempre con assoluta stabilità e costanza allo scopo, e mi proposi quindi di cercare un nuovo sistema di recezione più pratico e più sicuro.

Fui fortunato nelle mie ricerche, poichè il nuovo apparecchio ricevitore di cui sto per parlare ha dimostrato di soddisfare con pieno successo, mercè l'esperienza di più di un anno, a tutte le esigenze di un pratico servizio a grande distanza con assoluta stabilità di funzionamento, nessuna necessità di regolazione e sensibilità superiore a quella di qualsiasi *coherer*.

Tale ricevitore fu sperimentato da me in mare per la prima volta sulla Carlo Alberto, per gentile invito dell'ammiraglio Carlo Mirabello, ed è stato chiamato ricevitore o *detector magnetico* (fig. 12 e 13).

Tutti i migliori e maggiori ultimi risultati ottenuti, dei quali parlerò in seguito, furono appunto in gran parte dovuti all'applicazione di questo nuovo ricevitore, che, ne sono convinto, ha lasciato indietro i tubi a limatura, ed ha lasciato anche un po' disillusi tutti quelli che credevano che la telegrafia senza fili fosse esclusivamente dipendente dai *coherer*.

Il ricevitore magnetico del quale parlo è basato, a mio parere, sulla diminuzione dell'isteresi magnetica che ha

luogo nel ferro, quando questo è in certe condizioni sottoposto all'azione di onde elettriche di alta frequenza.

Mentre dai professori Henry, Abria Raylegh e Rutheford era stata osservata l'azione esercitata da oscillazioni elettriche sul ferro sottoposto ad una forza magnetica costante, io osservai degl'interessantissimi effetti esercitati da oscillazioni elettriche su corpi magnetici quando questi sono sottoposti ad una forza magnetica variabile.

In base a tali osservazioni, ho potuto costruire un apparecchio, assolutamente costante e sicuro per quanto riguarda il funzionamento ed atto ad una rapida recezione radiotelegrafica.

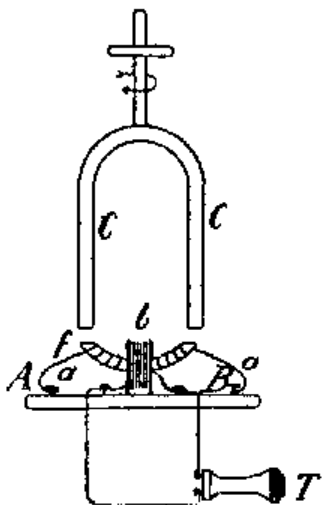



Fig. 12.

Il detector magnetico, come fu ideato da me, è costituito nella seguente maniera:

Sopra un nucleo di fili di acciaio o di ferro *f* (fig. 12), ma preferibilmente di ferro stirato, viene avvolto in uno o due strati del finissimo filo di rame isolato *a*. Sopra questo primo avvolgimento è posto dell'isolante e su tale isolante viene un secondo avvolgimento, pure di filo di rame, contenuto in una stretta bobina *b*. Gli estremi del primo avvolgimento sono collegati rispettivamente alla terra *B* ed al filo aereo *A*, oppure agli estremi di un conveniente

trasformatore sintonico: gli estremi del secondo avvolgimento sono collegati ad un telefono *T*, galvanometro, od altro conveniente sensibile istrumento.

Vicino al nucleo di ferro è posta una calamita a ferro di cavallo *C* la quale può essere mossa con lento movimento rotatorio. Nella figura 13 invece la calamita è fissa e si muove lentamente il nucleo di ferro *f* vicino ad essa, allo scopo di causare in esso una costante e continua variazione nella magnetizzazione.

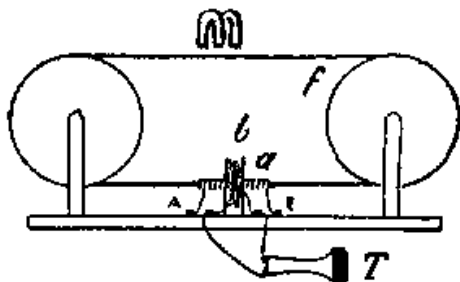



Fig. 13.

Ho osservato che se oscillazioni elettriche di conveniente periodo vengono inviate da un trasmettitore radiotelegrafico, rapidi cambiamenti avvengono nella magnetizzazione dei fili di ferro, e questi cambiamenti necessariamente sviluppano correnti indotte nell'avvolgimento che è collegato col telefono, il quale perciò a sua volta riproduce con grande chiarezza e distinzione i segnali telegrafici che possono essere mandati da una stazione trasmittente. Questo ricevitore è stato impiegato con grande successo a Kronstadt, a Cagliari, a Table Head nel Canadà ed a Poldhu (Inghilterra), per ricevere i messaggi trasmessi dalle stazioni di grande potenza attraverso l'Europa ed attraverso l'Oceano Atlantico.

I PRIMI E GLI ULTIMI RISULTATI.

Fatta così una descrizione sommaria dei miei primi e dei più recenti apparecchi, darò ora un cenno dei primi e dei più recenti risultati ottenuti da me stesso e dai miei collaboratori.

Nel 1895, quando feci le mie prime esperienze presso Bologna, con apparecchi costruiti da me personalmente, per definire le proprietà dell'oscillatore con capacità elevata e con presa di terra, la massima distanza raggiunta coi mezzi grossolani di cui disponevo fu di 2400 metri.

Ma con tale risultato previdi che mediante un opportuno impiego di energia ed una opportuna applicazione dell'antenna, sia pel trasmettitore che pel ricevitore, distanze molto superiori avrebbero dovuto esser raggiunte, e le esperienze fatte poco dopo nel piano di Salisbury in Inghilterra e quelle fatte in seguito con la Regia nave *San Martino* alla Spezia, mi confermarono nella mia ipotesi, per quanto la portata di trasmissione massima allora raggiunta non fosse che di 15 chilometri.

Come ho accennato in principio, non darò qui un resoconto di tutti i risultati ottenuti in seguito anno per anno, dopo tali prime esperienze, ma verrò subito a parlare dei risultati conseguiti recentemente attraverso i mari e le terre d'Europa ed attraverso l'Oceano Atlantico.

Fu dietro il cortese invito del contrammiraglio Mirabello ed autorizzazione di S. E. il Ministro della marina

ammiraglio Morin, che nello scorso luglio iniziai a bordo della Regia nave *Carlo Alberto*, quella serie di esperienze che hanno dimostrato per la prima volta l'assoluta possibilità d'inviare un radiotelegramma dall'Inghilterra all'Italia attraverso la Francia, le Alpi ed i mari adiacenti.

Partito il 7 luglio da Dover e facendo rotta per Capo Skaghen, si stabilì la comunicazione radiotelegrafica con Poldhu lo stesso giorno, e, come è attestato dagli ufficiali della nave stessa, si mantenne tale comunicazione durante l'intero viaggio sino dentro il golfo di Finlandia, sebbene tutta l'Inghilterra, tutto il mare del Nord, i Paesi Bassi, parte della Germania, la Scandinavia, il mare Baltico, si siano successivamente interposti fra la stazione di Poldhu e la nostra nave (fig. 14).

A Pietroburgo ebbi l'onore di poter annunciare a S. M. il Re i buoni risultati che quotidianamente ottenevamo.

In virtù di tali risultati, l'ammiraglio Mirabello m'invitò a continuare le esperienze sino al Mediterraneo.

Fig. 14. - - - - Rotta della *Carlo Alberto* da Napoli a Kronstadt (luglio 1902).
—— Rotta della *Carlo Alberto* da Kronstadt a Spezia (ag.-sett. 1902).
• Punti nei quali la nave ricevette radiotelegrammi da Poldhu.

Fu con mia infinita soddisfazione che alla fine di questa campagna potei consegnare nelle mani del nostro augusto Sovrano la striscia del seguente radiotelegramma ricevuto da Poldhu sulla *Carlo Alberto* in vicinanza del-

la costa sud-est della Sardegna alle ore 1 della notte 9-10 settembre 1902:

«AMMIRAGLIO MIRABELLO – *Carlo Alberto*.

«I direttori della Marconi's Wireless Telegraph Company pregano V. E. di presentare i loro più devoti e rispettosi omaggi a S. M. il Re in occasione della trasmissione del primo messaggio radiotelegrafico dall'Inghilterra all'Italia».

In considerazione del rapporto che il contrammiraglio Mirabello fece dell'esito delle esperienze compiute in sua presenza nei mesi di luglio, agosto, settembre 1902, veniva accordato per desiderio di S. M. il Re e per ordine di S. E. il Ministro della marina che la *Carlo Alberto* continuasse a prendere parte al mio lavoro, portando la bandiera d'Italia all'inaugurazione dell'impianto radiotelegrafico transatlantico Canadà-Inghilterra. Così la nostra bella nave (fig. 15), ultimati i lavori necessari per affrontare colla sua alta alberatura (m. 48 circa) le burrasche invernali dell'Atlantico, ripartiva il giorno 30 settembre 1902 da Spezia per la costa della Cornovaglia.

Il 20 ottobre lasciava Plymouth, e faceva rotta per Sydney (Nuova Scozia).

La recezione pei segnali da Poldhu fu ottenuta durante la traversata sino all'interno della rada di Sydney che trovasi a circa 4000 chilometri da Poldhu.

Forti e sicuri arrivavano i segnali in pieno Oceano durante l'infuriare di fortissime burrasche, facendo tutti vivere con la fantasia su quella costa a migliaia di miglia di distanza da cui erano trasmessi i telegrammi.

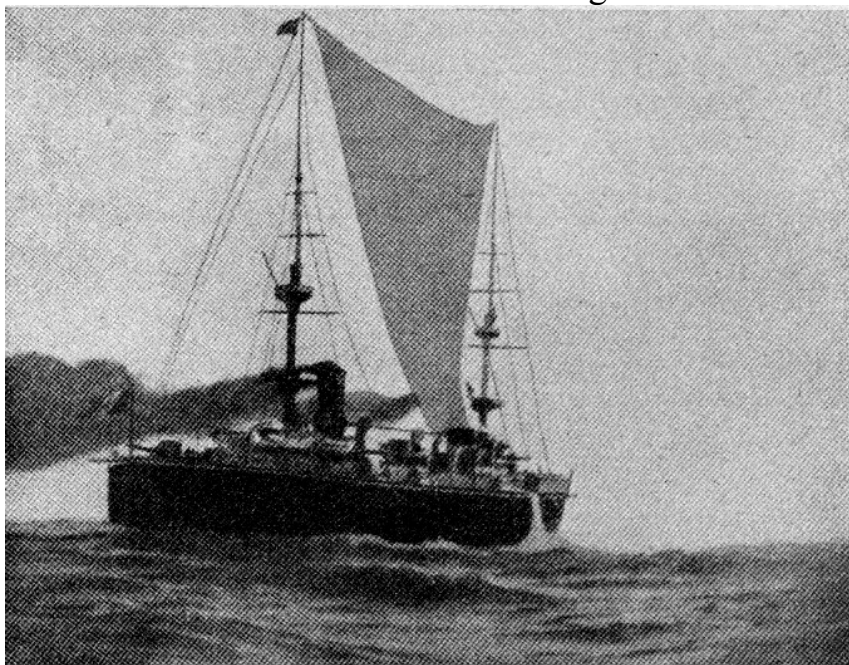



Fig. 15. — La R. nave *Carlo Alberto* col padiglione di fili riceventi.

Il 31 ottobre la *Carlo Alberto* dava fondo nella rada di Sydney (Nuova Scozia) ed il giorno seguente io ne sbarcavo per preparare la stazione di Table Head (fig. 16) alla trasmissione radiotelegrafica transatlantica. Dopo un mese e mezzo circa di lavori per preparare e per collaudare quegli apparecchi, il giorno 20 dicembre

1902 mi decisi a lanciare nello spazio i seguenti radiotelegrammi d'inaugurazione diretti a S. M. il nostro Re ed a S. M. il Re d'Inghilterra:

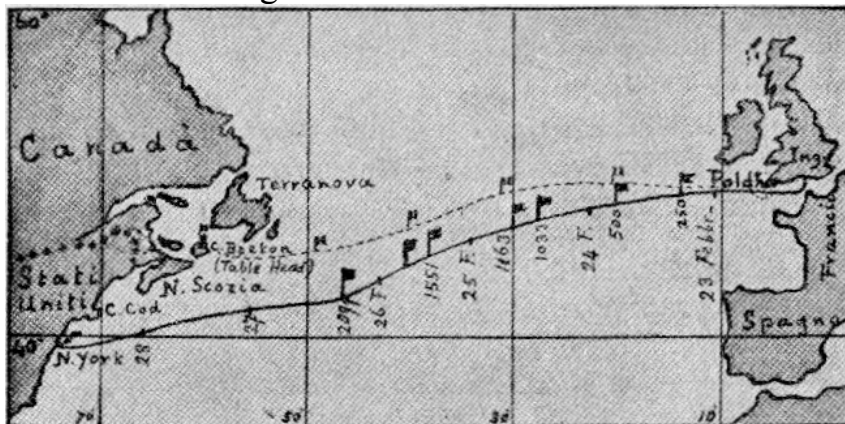



Fig. 16.

—— Rotta della *Filadelfia* (American line) nel febbraio 1902.

- - - - Rotta della *Carlo Alberto* (R. marina italiana) nell'ottobre 1902.

«Generale Brusati – Roma.

«Occasione prima trasmissione radiotelegrafica transatlantica invio con questo telegramma trasmesso attraverso lo spazio dal Nuovo al Vecchio Mondo devoti omaggi a S. M. il Re.

«*Firmato*: Guglielmo Marconi».

«Lord Knollss – Buckingham Palace – London.

«Upon occasion of first wireless telegraphic communication across Atlantic Ocean may I be permitted to present by means of this wireless telegram transmitted from Canada to England my respectful homage to His Majesty the King.

«Marconi – Glace–Bay».

Le cortesissime risposte ricevute dagli Augusti Sovrani ci hanno autorizzato ad annunciare al mondo, alzando la nostra bandiera sulle torri della mia stazione (fig. 17), che la trasmissione radiotelegrafica transatlantica era un fatto compiuto. Ma quella data, certo per me memorabile, non fu priva di dolore, perchè quello stesso giorno la *Carlo Alberto*, avendo allora ultimata felicemente la sua missione scientifica, intraprendeva una nuova missione per le acque del Venezuela.

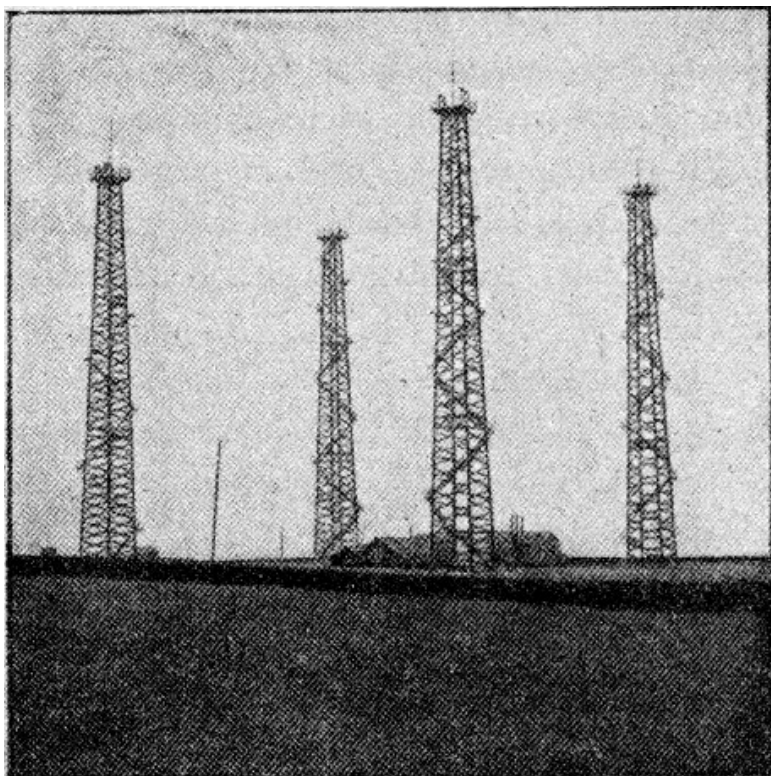



Fig. 17. — Stazione Table-Head.

Io salutai con vivo rimpianto quella nostra bella nave, il suo comandante, il suo stato maggiore e il suo equipaggio che, con tanto amore, mi avevano ospitato per circa sei mesi, e che avevano testimoniato tutte le mie fatiche, le mie ansie e, mi sia permesso il dirlo, anche le mie soddisfazioni.

Prima di partire dalla stazione di Table Head, nel Canadà, volli assicurarmi che il suo esercizio rispondesse alle esigenze di una regolare trasmissione continua di

dispacci; più di 2000 parole furono inviate da Table Head a Poldhu in presenza mia e dell'inviato rappresentante presso di me del Governo italiano, tenente di vascello Luigi Solari.

In seguito a tale risultato mi recai alla mia grande stazione degli Stati Uniti, a Cape Cod, e servendomi in parte dei dati che già avevo ottenuto a Table Head nel gennaio 1903, inaugurai pure felicemente quella stazione (che trovai, rispetto a Poldhu, circa chilometri 1000 più distante da Table Head) trasmettendo un completo radiotelegramma del presidente Roosevelt a S. M. il Re d'Inghilterra.

Ed ora, come avviene generalmente anche per i cavi sottomarini, per i quali sono necessari molti mesi prima dell'apertura al servizio pubblico commerciale, le mie stazioni extrapotenti di Poldhu, Table-Head e Cape Cod sono sottoposte ad uno studio tecnico rivolto a migliorare la regolarità di trasmissione e di recezione, e ad aumentare la rapidità di funzionamento.

Ecco così riprodotta la situazione alla quale si trova oggi la radiotelegrafia, dopo risoluti, almeno in parte, quei tre problemi enunciati in principio, e che sono stati successivamente proclamati insolvibili, e cioè: l'indipendenza del funzionamento di varie stazioni vicine; il sormontamento dell'ostacolo opposto dalla curvatura della terra; la possibilità della trasmissione attraverso alte montagne e continenti.

E poichè sono sull'argomento delle polemiche suscitate volta per volta non appena è stato risoluto praticamente uno dei detti problemi, mi cade acconcio per la verità della storia fare qui alcune dichiarazioni.

Le Compagnie dei cavi sottomarini ed i loro fautori, che hanno sempre considerato l'impresa della radiotelegrafia come un pericolo pei loro interessi, si sono opposti sin dal principio allo sviluppo del mio sistema.

Questa campagna ostile è stata condotta specialmente in alcuni periodici della stampa tecnica inglese e tedesca, i quali, come è risaputo, sono associati ed in certi casi ispirati dalle Compagnie dei cavi sottomarini.

Ritengo però sia poco consolante per essi di aver dovuto forse constatare come molte delle difficoltà che con compiacenza credevano fossero di ostacolo al progredire della nostra impresa, solo esistevano nella loro immaginazione.

Infatti nel 1899 riuscimmo per la prima volta a trasmettere radiotelegrammi fra l'Inghilterra e la Francia. Ciò produsse a quel tempo grande emozione fra gl'interessati delle Compagnie dei cavi e si discusse allora da quasi tutti intorno alla questione della possibilità di telegrafare senza fili attraverso l'Atlantico.

La semplice eventualità di tale fatto fu proclamato un vero sogno, e gli amministratori delle Compagnie dei cavi dichiaravano nelle loro assemblee che per sorpassare la curvatura della terra sarebbe stato necessario erige-

re sulle sponde dell'Atlantico delle torri di parecchie diecine di chilometri.

La terra non è certamente diventata piana in questi ultimi tre anni, ma, fortunatamente per la telegrafia senza fili, nessuna di tali torri, la costruzione delle quali d'altronde sarebbe stata impossibile, è stata trovata necessaria. Anzi non si richiede ora una maggiore altezza per comunicare oltre l'Atlantico di quella occorsa per telegrafare attraverso lo stretto di Dover nel 1899.

È stata anche recentemente sollevata l'obbiezione che il funzionamento delle stazioni ultrapotenti paralizzerebbe le comunicazioni delle navi con altre stazioni costiere.

Considerando che attualmente esistono più di quaranta stazioni di tale classe (nave con terra e viceversa) funzionanti per conto della mia Compagnia, non si può supporre che questa Compagnia permetterebbe di pregiudicare il funzionamento di tali stazioni remunerative solo in considerazione delle possibilità di comunicare attraverso all'Atlantico.

Nella conferenza che ebbi l'onore di tenere innanzi alla Royal Institution a Londra il 13 giugno 1902 dichiarai che la stazione extrapotente di Poldhu non aveva influenza perturbatrice su di quella per navi esercitata mediante il mio sistema dalla Compagnia del Lloyd al Capo Lizard, posta a solo 10 chilometri da Poldhu, quando questa stazione adoperava, come sempre avvie-

ne, una frequenza di onda differente da quella usata a Poldhu.

Eppure mi dispiace di dover rilevare che in una recente pubblicazione italiana sulla telegrafia senza fili (dove con dispiacere ho osservato che dichiarazioni anche incoerenti di qualsiasi persona completamente ignota nel mondo scientifico vengono accettate, mentre molte delle mie, come l'ultima citata, vengono omesse) è data credenza a qualsiasi conclusione di impiegati della Compagnia di cavi Eastern Telegraph Company, come, ad esempio, che l'esercizio delle mie stazioni ultrapotenti paralizzi quello importantissimo delle navi comunicanti colla costa.

Per meglio smentire queste affermazioni, invitai il professore Fleming di Londra ed altri tecnici a fare delle esperienze alla stazione di Capo Lizard, al fine di constatare la possibilità di ricevere dalla vicina stazione extrapotente telegrammi perfetti col tono delle navi cui sono destinati nel tempo stesso che si trasmettono telegrammi coll'energia e col tono impiegati per varcare l'Atlantico. Il modo scrupoloso col quale è stata eseguita tale esperienza ed il relativo risultato sono stati pubblicati dallo stesso prof. Fleming, il quale conclude il suo rapporto colle seguenti parole: «A mio parere è stato stabilito senza alcun dubbio che a distanza di sei miglia le onde mandate da Poldhu non interferiscono con l'esercizio dei trasmettitori sulle navi della Marconi's Wireless Telegraph Company e che le dichiarazioni fatte

che l'esercizio delle stazioni extrapotenti soffochi quello di tale comunicazione marittima sono assolutamente prive di fondamento».

*
* *

Con quanto ho sopra esposto, credo di aver in qualche modo provato che il progresso e lo sviluppo della telegrafia senza fili è stato e continua ad essere assai rapido: io sarei certamente l'ultimo ad affermare che non rimangano molti perfezionamenti da apportarsi e molteplici difficoltà ancora da appianare: sono però confidente, come lo sono anche i miei assistenti e collaboratori, che molte delle difficoltà che rimangono verranno sormontate e che la radiotelegrafia è destinata a conquistare una posizione di importanza e di utilità tale come solo ben pochi di noi potrebbero ora prevedere.

Non posso passar sotto silenzio la grande parte di merito, che, per i risultati ottenuti, va attribuita ai miei assistenti italiani ed inglesi. Senza la loro valida e coscienziosa cooperazione, il progresso che ho descritto non sarebbe stato possibile. Mi piace anzi dichiarare che quella impressione che oggi forse produrrà quanto io riferisco, deve essere posta in gran parte a credito di questi fedelissimi miei cooperatori.

In modo speciale debbo esprimere i miei sinceri ringraziamenti e la mia alta stima al signor tenente di vascello marchese Luigi Solari che da circa due anni mi ha

aiutato ed assistito nel mio lavoro. Egli mi ha accompagnato nei miei lunghi viaggi, nelle mie esperienze con uno zelo e una costanza unica.

Le applicazioni commerciali.

Le applicazioni pratiche commerciali oggi fatte dei miei apparecchi radiotelegrafici sono già abbastanza estese.

Dodici stazioni di un raggio di azione di 200 chilometri funzionano sulle coste inglesi (fig. 18) alla dipendenza della Compagnia del Lloyd; circa altrettante funzionano alla dipendenza della Regia marina inglese, che con recente convenzione le ammette al servizio commerciale.

Quattro stazioni negli Stati Uniti, due per comunicare attraverso allo stretto di Belle Isle fra il Canadà e l'isola di Terranova, due in Germania per comunicazioni fra l'isola di Borkum ed il battello faro di Borkum, una nel Belgio, una a Gibilterra e una a Malta sono in attiva comunicazione con le navi da guerra e con le navi mercantili portanti installazioni dei miei apparecchi.

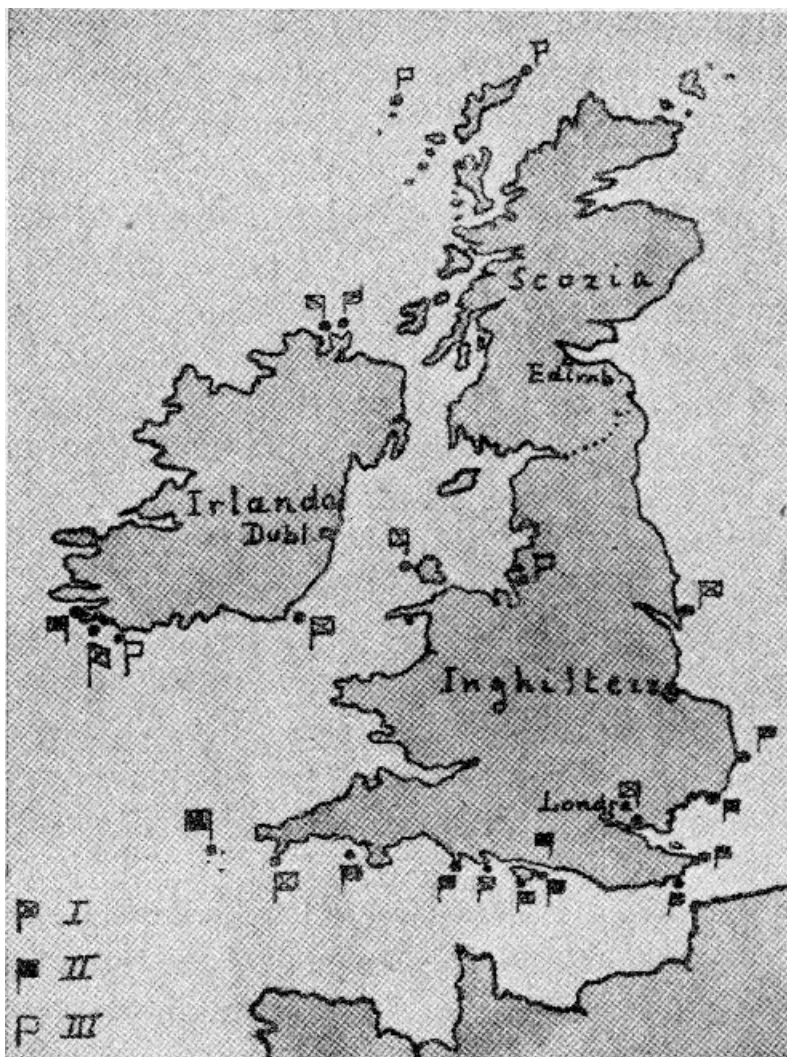



Fig. 18.
I. Stazioni della compagnia Marconi e del Lloyd (in attività).
II. Stazioni dell'Ammiragliato (in attività).
III. Stazioni della Compagnia Marconi e del Lloyd (in attività).

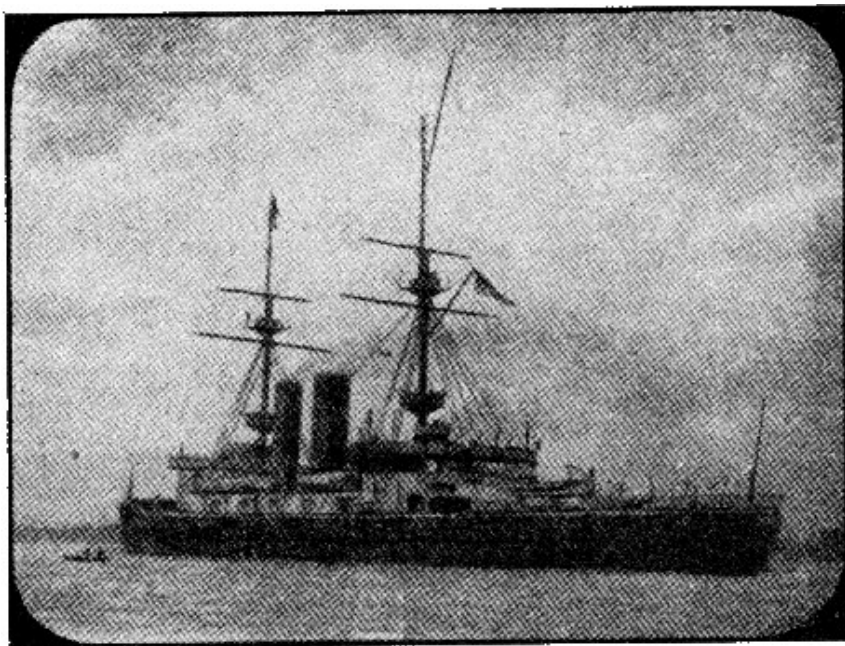



Fig. 19. – R. nave inglese *Irresistible*.

La marina da guerra inglese ha più di 40 navi (fig. 19) munite dei miei apparecchi radiotelegrafici, e così pure un servizio telegrafico regolare per i passeggeri è fatto sulle navi della Cunard Navigation Company, la Atlantic Transport Company, l'American Line, la Compagnie Générale Transatlantique, la Compagnia di Navigazione Belga, l'Allan Company e il Lloyd Germanico ed ultimamente anche la Compagnia Hamburg-American ed altre.

Su alcune di queste navi viene pubblicato un piccolo giornale durante la traversata, contenente le ultime notizie trasmesse dalla Europa o dall'America.

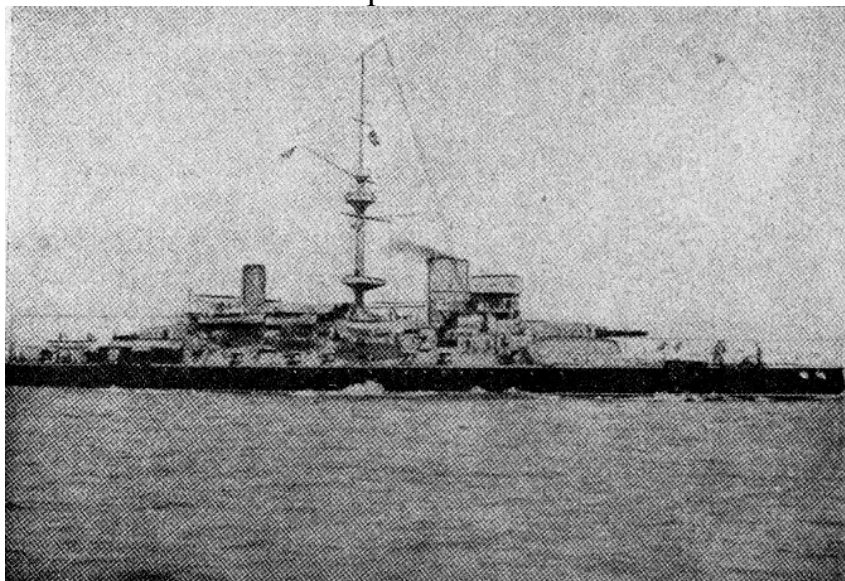



Fig. 20. – R. nave *Morosini*.

La nostra Regia marina, la quale fu la prima fra tutte ad adottare la telegrafia senza fili, ha oggi apparecchi radiotelegrafici su tutte le principali sue navi (fig. 20 e 21) e sono certo che è e sarà anche la prima a trarne vantaggi pratici e reali non solo in guerra ma anche in pace durante i frequenti rischi della navigazione. A tal proposito è utile ed interessante ricordare come già in varie occasioni navi portanti tali apparecchi siano riuscite ad avere aiuti e soccorsi ed a portarsi in salvo me-

diante tale invisibile collegamento colla lontana costa. Così le dodici stazioni che voi vedete segnate su quella carta d'Italia (fig. 22), in seguito alla recente convenzione proposta dai Ministri della marina e delle poste, saranno fra poco aperte al servizio commerciale, per mantenere in contatto continuo coll'Italia e cogli altri paesi del mondo le tante navi che alimentano il traffico dei nostri porti.

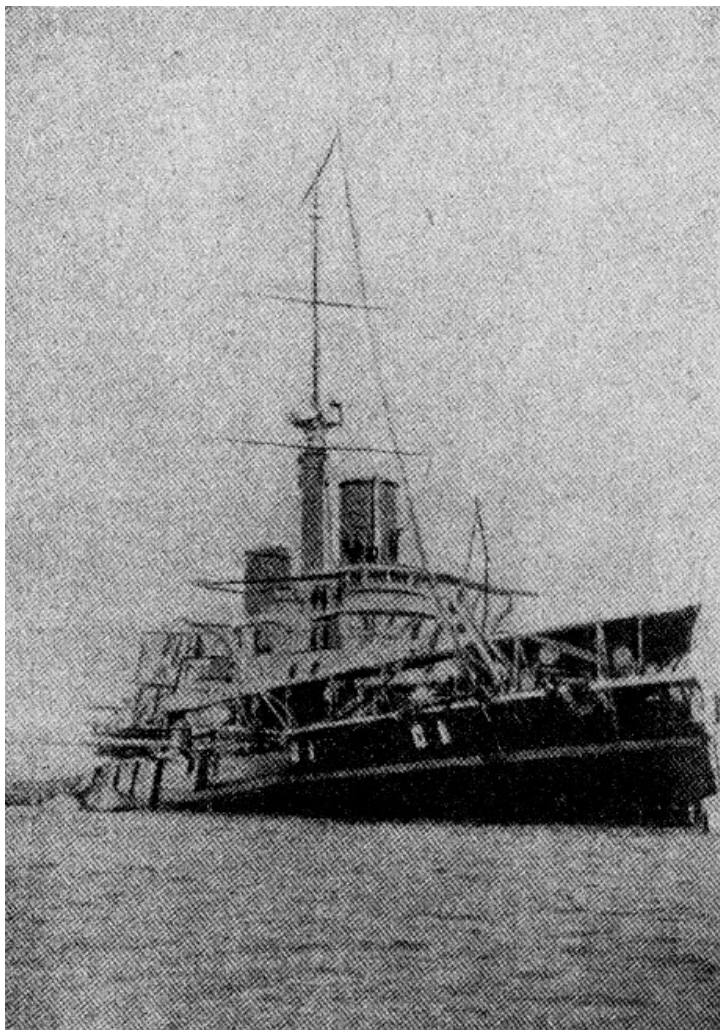



Fig. 21. – R. nave *Saint Bon*.

Nuove applicazioni spero possibili nella nostra flotta per facilitare la navigazione di squadra e la pericolosa

navigazione nella nebbia, mediante l'impiego di quei riflettori usati nelle mie prime esperienze oppure mediante altro sistema di dirigibilità delle onde elettriche per trasmissioni a piccole distanze.

Presto verranno iniziati in Italia i lavori di quella stazione a grande potenza, per cui con lusinghiera fiducia a mio riguardo è stata approvata una legge speciale dal nostro Parlamento.

*
* *

Se la scienza in avvenire riconoscerà, come spero, il servizio pratico reso da tale impresa, certo al Parlamento italiano verrà reso tributo d'onore per la sua grande iniziativa e pel moderno suo slancio; per cui un nuovo servizio telegrafico sarà messo a disposizione di chi non ha la fortuna di essere ricco e renderà possibile ai nostri fratelli lontani di tenersi in contatto colla vecchia casa loro, vivificherà gli affetti e l'amicizia fra il nostro popolo ed i popoli ospitali come quelli dell'Argentina che condividono con noi interessi e lavoro.

Mi si permetta di rivolgere ancora rispettosamente la mia parola di sincero ringraziamento a Sua Maestà il Re, che con tanto amore considera ogni cosa che rappresenti speranza di maggior benessere del popolo nostro, e che con tanta indulgenza si è degnata oggi insieme alla Graziosa Regina ed ai Principi Reali della gloriosa Sua Casa di ascoltare questo devotissimo suddito suo.

Sire, Graziosa Regina, Altezze Reali, Signore e Signori.

Io vi ringrazio con cuore profondamente grato e riconoscente.

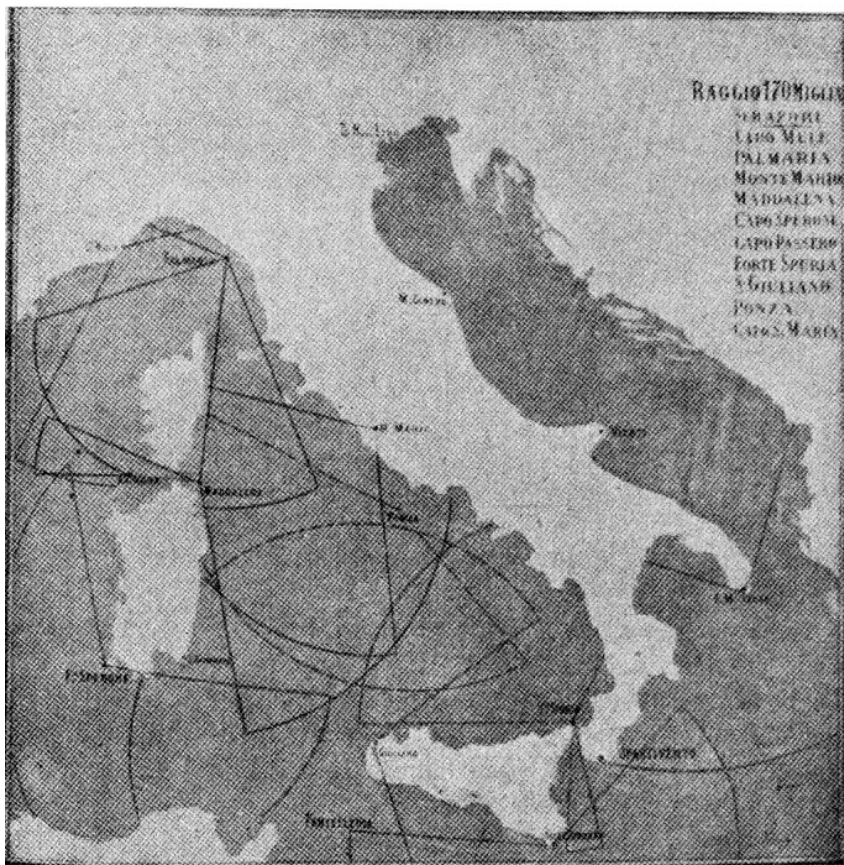



Fig. 22.

RECENTI PROGRESSI DELLA RADIOTELEGRAFIA[20]

Il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, rivelata soprattutto dalle ben note ricerche e scoperte di Faraday, portate a termine nel Reale Istituto, hanno da lungo tempo dimostrato come sia possibile ottenere la trasmissione di energia elettrica attraverso un breve spazio di aria, da un conduttore attraversato da corrente alternata, ad un altro conduttore posto vicino ad esso; e come tale trasmissione possa essere rivelata ed osservata a distanze più o meno grandi a seconda della maggiore o minore rapidità della variazione di corrente in uno dei conduttori, ed anche a seconda della maggiore o minore quantità di energia elettrica posta in giuoco.

Sulle orme del Faraday, Maxwell nel 1873 concepì la sua mirabile teoria matematica sull'elettricità ed il magnetismo, dimostrando su un piano teorico l'esistenza di onde elettromagnetiche, fondamentalmente simili, ma

[20] Riunione serale settimanale del Reale Istituto d'Inghilterra (venerdì, 3 marzo 1905) presieduta dal Presidente, Sua Grazia il Duca di Northumberland K. G. D. C. L.

enormemente più lunghe di quelle luminose. Seguendo Maxwell, Hertz nel 1887 fornì la sua grande prova pratica dell'esistenza di queste onde elettromagnetiche.

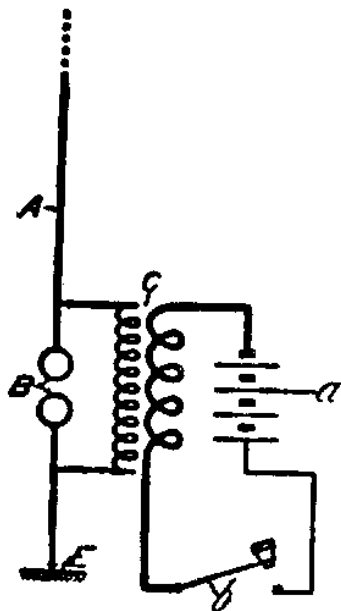
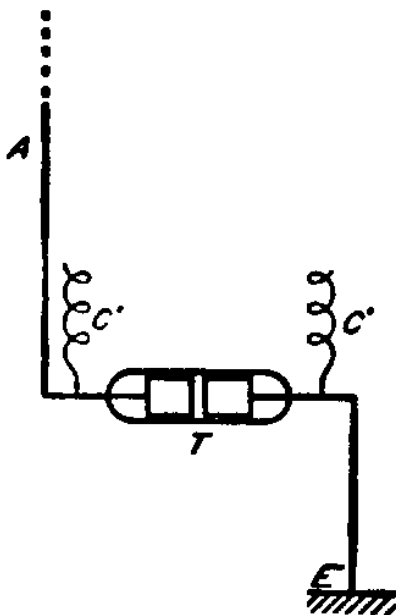



Fig. 1. Fig. 2.

Sulle basi gettate da questi grandi scienziati, l'Autore portò a termine tra il 1895 ed il 1896 le sue prime esperienze con un apparato basato sui principî che hanno permesso il successo dell'attuale radiotelegrafia su lunghe distanze. Questo apparato iniziale è rappresentato dalle figure 1, 2 e 3.

Nelle figure 1 e 2 sono rappresentati gli apparecchi trasmittente e ricevente, e nella figura 3 sono rappresentati i circuiti dell'apparato ricevente.

La principale caratteristica del sistema, è lo sfruttamento dell'effetto della terra, collegando l'apparecchio ricevente e quello trasmittente fra la terra ed una sovrastante capacità.

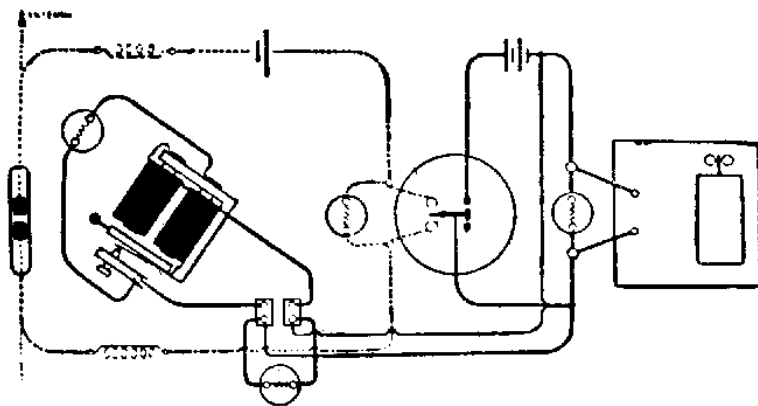



Fig. 3.

I recenti perfezionamenti introdotti nel sistema radiotelegrafico dell'Autore hanno avuto i seguenti fini:

1° Ottenere indipendenza di comunicazione, o impedire interferenze fra stazioni vicine.

2° Aumentare la distanza delle comunicazioni.

3° Aumentare l'efficienza dell'apparato, la sua perfezione e rapidità di lavoro.

Una delle principali obiezioni sollevate contro la radiotelegrafia è che è possibile far funzionare soltanto un limitato numero di due o più stazioni poste nelle immediate vicinanze l'una dall'altra, senza causare mutue interferenze, od una confusione di messaggi differenti.

Tale obiezione risulta sollevata particolarmente da quella parte del pubblico che ha scarse nozioni di telegrafia in generale, piuttosto che da competenti ingegneri, i quali sanno che senza un complesso sistema di organizzazione e di disciplina, simili interferenze si verificherebbero anche nella maggioranza degli ordinari servizi telegrafici. Vi è, per esempio, una linea «omnibus» fra Cork e Crookhaven. Su questa linea vi sono una dozzina o più di uffici telegrafici, tutti con i loro apparecchi allacciati allo stesso filo che unisce le due stazioni terminali. Ora, se uno di questi uffici inizia la trasmissione di un messaggio, per esempio a Cork, mentre questa stazione ne sta ricevendo una da Crookhaven ciò produrrebbe un'interferenza, la quale a sua volta creerebbe una confusione fra i due messaggi rendendoli inintelleggibili. Ogni messaggio trasmesso sulla linea influenzerà tutti gli strumenti, e potrà essere letto da tutte le stazioni sulla linea; ma delle regole e degli ordinamenti sono stati stabiliti ed osservati dagli operatori del telegrafo; il che rende impossibile per una stazione di interferire con le altre. È ovvio che queste stesse regole sono applicabili ad ogni caso in cui capiti ad un gruppo di stazioni ad uguale tonalità di trovarsi in prossimità l'una dell'altra.

Benchè in molti casi le trasmissioni radiotelegrafiche a differente tonalità si siano dimostrate di grande utilità, è tuttavia chiaro che finchè non si fosse riusciti a trovare un sistema che rendesse le stazioni completamente indipendenti l'una dall'altra un grave ed effettivo ostacolo

avrebbe limitato la pratica utilizzazione della radiotelegrafia.

Il nuovo metodo adottato dall'Autore nel 1898 di associare una forma adatta di trasformatore oscillante in collegamento con un condensatore, figura 4, così da formare un risuonatore sincronizzato per rivelare onde emesse da una data lunghezza di aereo verticale, era un passo avanti nella giusta direzione. Questo perfezionamento fu descritto dall'Autore in un discorso che egli ebbe l'onore di tenere nel Reale Istituto d'Inghilterra nel febbraio del 1900.

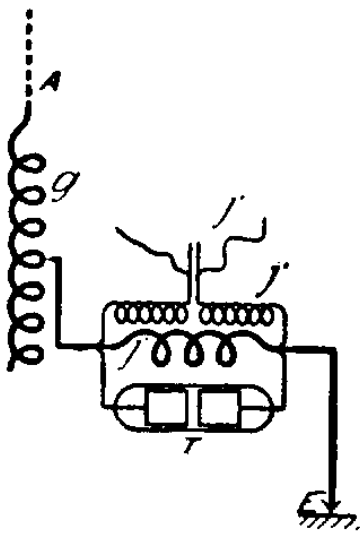
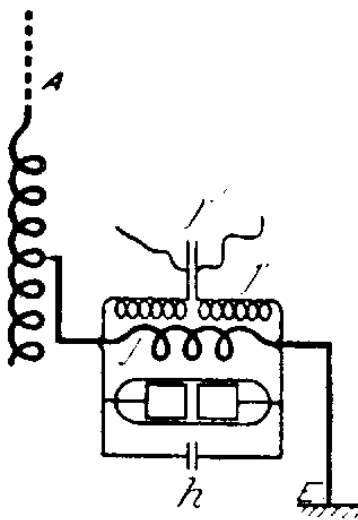



Fig. 4. Fig. 5.

A prescindere da questi miglioramenti introdotti nei circuiti riceventi, rimase per un certo tempo chiaro che una delle difficoltà che si presentavano per ottenere ef-

fetti di sintonia, era dovuta all'azione dell'aereo trasmittente. Questa asta o filo, nel quale vengono provocate le oscillazioni elettriche, forma, come ben si sa, un ottimo radiatore o emettitore di onde elettriche; ma al tempo stesso in tutte queste specie di radiatori, le oscillazioni elettriche provocate dal sistema a scintilla, cessano perchè smorzate dalla irradiazione elettrica che esaurisce rapidamente la piccola quantità di energia ivi accumulata.

È risaputo che presi due diapason della stessa frequenza di vibrazioni, o nota, e facendone vibrare uno con un colpo secco, si produrranno nello spazio onde e suoni; l'altro diapason posto ad adeguata distanza comincerà immediatamente a vibrare o ad emettere suoni in sintonia con il primo.

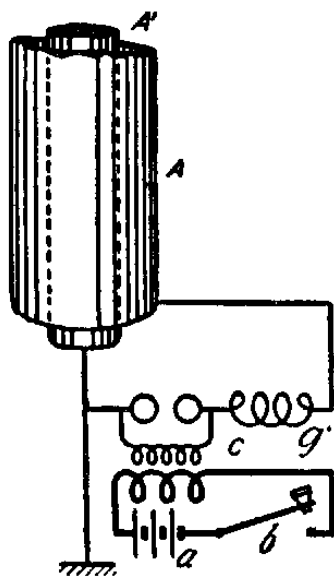
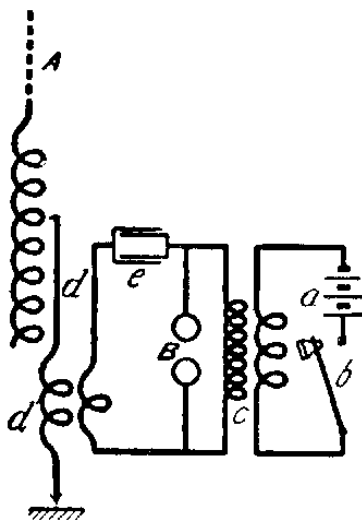



Fig. 6. Fig. 7.

Il fenomeno dei diapason naturalmente ha sede nel campo delle onde dell'aria; quello della radiotelegrafia nel campo delle onde dell'etere; essi si presentano però come analoghi.

Vi è una condizione essenziale che deve essere osservata per avere una ben marcata risonanza elettrica o tonale, e si basa sul fatto che quello che noi chiamiamo risonanza elettrica, come la risonanza meccanica, dipende essenzialmente dall'effetto accumulato di un gran numero di deboli impulsi, generati con un giusto ritmo. La tonalità si avrà quando un sufficiente numero di questi cadenzati impulsi elettrici raggiungerà il ricevitore.

Oltre quattro anni fa, l'Autore ottenne soddisfacenti risultati aumentando la capacità elettrica dei conduttori irradianti e risonanti, trasformandoli in due cilindri concentrici o in altre forme di conduttori molto vicini tra loro. La capacità elettrica di tali conduttori, come rappresentato nella figura 6, è molto grande rispetto a quella di un solo filo verticale, con il risultato che la quantità di energia elettrica ivi accumulata con il sistema descritto nel primo caso, è molto maggiore, e non si irradia o esaurisce in una o due scariche, ma forma una serie di impulsi ritmici che perdura un certo tempo, il che è appunto quello che si richiedeva.

Un congegno consistente in un circuito contenente un condensatore ed uno spinterometro (fig. 8), costituisce un oscillatore molto persistente. Sir Oliver Lodge ha dimostrato come, avvicinando tale circuito ad un altro simile, si potevano constatare effetti di sintonia. L'esperimento è generalmente chiamato delle «bottiglie sintoniche di Lodge» ed è particolarmente interessante, ma come lo stesso Lodge fa notare nel suo libro *L'opera di Hertz*, un circuito chiuso tale quale lo è quello testè descritto costituisce «un debole radiatore ed un debole ricevitore, così da non essere adatto per operazioni a distanza».

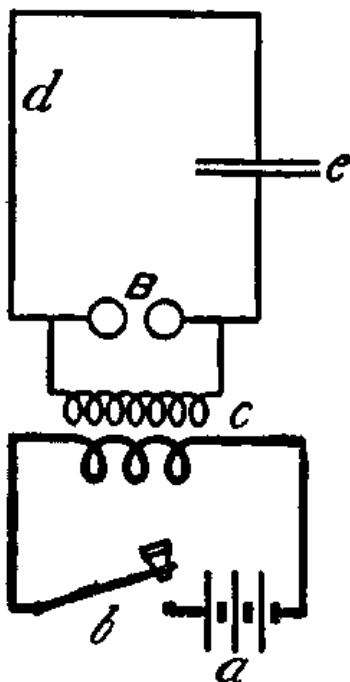



Fig. 8.

Se però tale circuito oscillante viene induttivamente collegato con uno dei radiatori aerei concepiti dall'Autore, è allora possibile far sì che l'energia contenuta nel circuito chiuso si irradi a grande distanza, sempre a condizione però che il naturale periodo di oscillazione dell'aereo irradiante sia uguale a quello del circuito semichiuso.

Tutti i recenti sistemi di trasmissione sintonica sono basati su questo principio. Il sistema tipo è indicato alla figura 7.

Il sistema per sintonizzare o intonare le stazioni riceventi è indicato alla figura 5. Vi si vede l'usuale aereo verticale in contatto con la terra attraverso il primario di un trasformatore, il secondo circuito del quale contiene un condensatore allacciato a sua volta al coesore o detector. Anche in questo caso è necessario che il periodo delle oscillazioni elettriche dell'aereo verticale che comprende il primario del trasformatore e la presa di terra, sia uguale o intonato con il circuito secondario del trasformatore che comprende un condensatore. Perciò affinchè un trasmettitore (fig. 7), sia intonato con il ricevi-

tore (fig. 5), è necessario che i periodi di oscillazione dei vari circuiti oscillanti delle due stazioni siano uguali, o quasi.

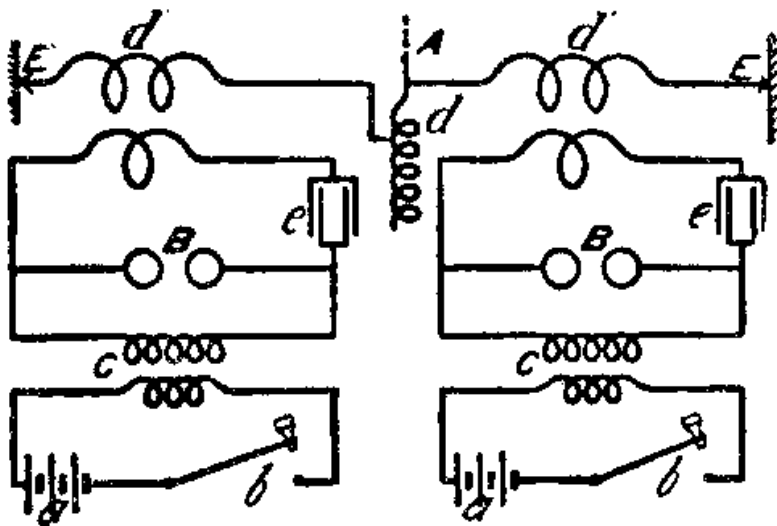



Fig. 9.

È facile comprendere che, avendo varie stazioni, ognuna delle quali è regolata su un differente periodo di oscillazioni elettriche, e conoscendone i periodi, non sarà difficile trasmettere messaggi ad una qualunque di queste stazioni, senza che essi vengano captati da altre stazioni a cui non sono diretti. È ovvio che ad una maggiore differenza nel periodo delle oscillazioni fra due stazioni, corrisponderà una minore possibilità di mutua interferenza.

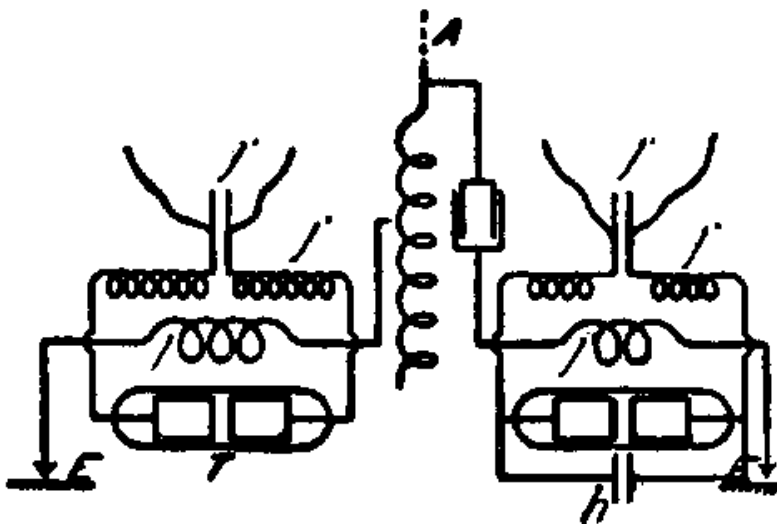



Fig. 10.

Ad un unico filo trasmittente si possono anche collegare, attraverso l'allacciamento di differenti induttanze, vari trasmettitori a differenti tonalità, e ad un unico filo ricevente un numero corrispondente di ricevitori, come è indicato alle figure 9 e 10.

Cinque anni fa circa, era possibile spedire simultaneamente differenti messaggi, i quali erano captati da circuiti differentemente intonati, tutti collegati allo stesso conduttore verticale, senza interferenza.

Questo risultato venne descritto nel «Times» del 4 ottobre 1900, dal prof. Fleming, il quale in compagnia di altre persone fu testimone dell'esperimento.

Un recente perfezionamento introdotto nel metodo per intonare il ricevitore è indicato nella figura 11.

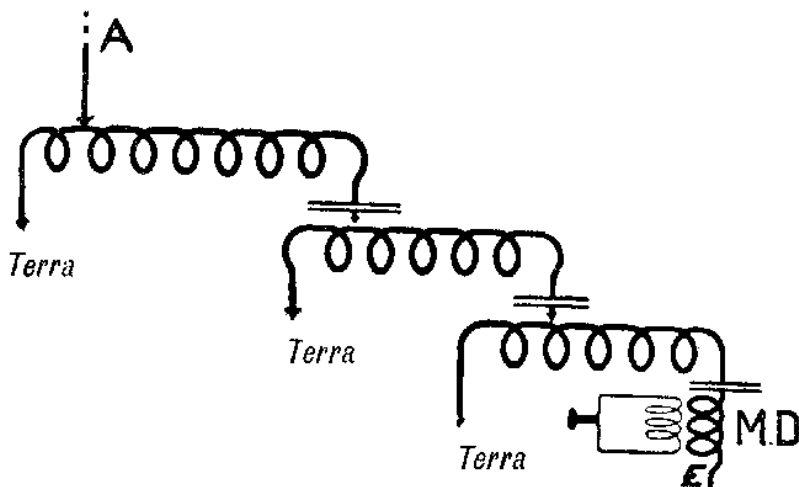



Fig. 11.

Vi è attualmente in una gran parte del pubblico una concezione errata circa la possibilità di intonare o sintonizzare istallazioni radioelettriche, ed anche riguardo a ciò che viene generalmente chiamato «Intercettazione di messaggi». Intercettare un messaggio significa o implica, secondo la versione generalmente accettata, l'accaparramento con la forza o con altri mezzi, di una comunicazione destinata ad altri, impedendo in tal modo al destinatario di riceverla. Ora questo è proprio quello che non è mai successo nel caso della radiotelegrafia. È vero che i messaggi sono e sono stati registrati o uditi da stazioni a cui non erano diretti, ma questo non impedisce affatto ai messaggi di raggiungere la propria destinazione. Naturalmente se un potente trasmettitore che emetta forti onde di varia frequenza, viene azionato in vicinan-

za di stazioni riceventi potrà impedire la ricezione di messaggi, ma coloro che metteranno in azione la così detta stazione interferente, saranno al tempo stesso nell'impossibilità di leggere il messaggio che essi cercano di distruggere, e perciò il messaggio non è nel vero senso della parola, intercettato. Bisogna notare che qualsiasi filo telegrafico o telefonico può venire controllato, o la conversazione fatta attraverso di esso ascoltata, o la trasmissione disturbata. Sir William Preece ha pubblicato dei risultati dai quali viene dimostrato come sia possibile ad una certa distanza di captare su un altro circuito, la conversazione fatta attraverso un filo telegrafico o telefonico.

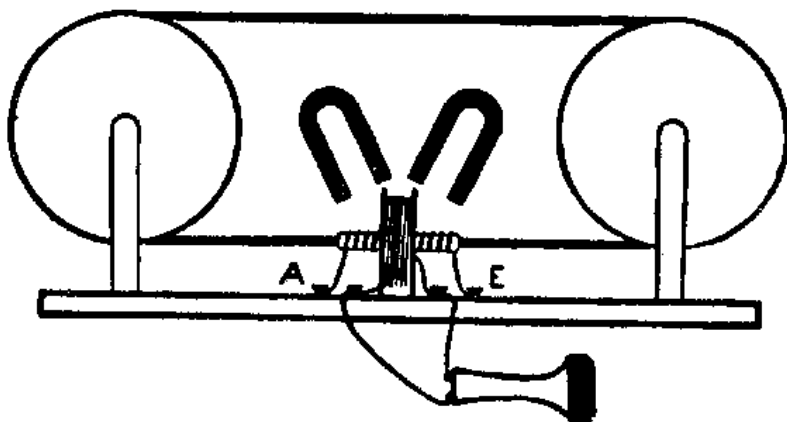



Fig. 12.

Fino agli inizi del 1902 gli unici ricevitori che potevano essere impiegati nella pratica ai fini della radiotelegrafia erano basati su quello che si potrebbe chiamare

il principio del coesore – cioè il rivelatore – basato sulle scoperte ed osservazioni fatte da S. A. Varley, prof. Hughes, Calzecchi Onesti e dal prof. Branley.

Agli inizi di quell'anno, l'Autore ebbe la fortuna di riuscire a costruire un ricevitore di onde elettriche pratico, e basato su un principio differente da quello del coesore. Dopo un'applicazione di oltre due anni a scopi commerciali, e parlando con l'esperienza in tal modo acquisita, l'Autore è in grado di dire che in quanto concerne velocità di lavoro, facilità di regolazione, doti di sicurezza ed efficienza, quando usato su circuiti, questo ricevitore ha di gran lunga sorpassato tutti i «coesori» ed «auto-coesori».

L'azione di questo ricevitore è basata, secondo la convinzione dell'Autore, sul decrescere dell'isteresi magnetica che avviene nel ferro quando, in certe condizioni questo metallo viene sottoposto ad oscillazioni ad alta frequenza o onde Hertziane. Esso è indicato nella figura 12 ed è costruito nella seguente maniera.

Sopra un tamburo isolante, circondante una porzione di anima consistente in un cordone senza fine composto di sottili fili di ferro, sono avvolti uno o due strati di sottili fili di rame isolati. Su questo avvolgimento viene applicato del materiale isolante, e sopra questo ancora un altro avvolgimento più lungo, contenuto in una stretta bobina e composto pure di sottili fili di rame. Gli estremi dell'avvolgimento più vicino all'anima di ferro sono collegati uno con la terra, e l'altro con il conduttore ele-

vato, o possono essere congiunti a qualsiasi adatto circuito sintonizzabile, come se ne impiega oggi nella radiotelegrafia. Gli estremi dell'avvolgimento più lungo sono collegati ai capi di un telefono. Un paio di calamite a ferro di cavallo sono convenientemente collocate per magnetizzare la porzione di anima circondata dagli avvolgimenti, e l'anima senza fine è azionata in modo da scorrere continuamente attraverso gli avvolgimenti ed il campo magnetico delle calamite.

Questo rivelatore è ed è stato impiegato con successo per operazioni su lunghe e corte distanze. È usato sulle navi della Regia Marina e su tutti i transatlantici che tengono un servizio di informazioni su lunghe distanze. È stato anche usato largamente negli esperimenti attraverso l'Oceano Atlantico.

Come già dichiarato, l'adozione di questo ricevitore magnetico era il mezzo per arrecare un notevole miglioramento nelle pratiche condizioni di impiego della radiotelegrafia, emancipandoci dai noiosi aggiustamenti necessari quando si adoperano i coesori, ed aumentando anche considerevolmente la velocità alla quale si può ricevere, dipendendo ciò soltanto dall'abilità dei singoli operatori. Pertanto con l'apparato indicato alla figura 1 è stata raggiunta abbastanza facilmente la velocità di oltre trenta parole al minuto.

Questo tipo di ricevitore magnetico, presentava uno svantaggio che alcuni consideravano assai importante; quello cioè di essere capace soltanto di influenzare un

telefono con una riproduzione udibile di segnali, e conseguentemente di essere inefficace per azionare uno strumento registratore, sul tipo di quelli che lasciano una prova documentata sotto forma di segnali Morse ricevuti e trascritti.

L'ultima volta che l'Autore ebbe l'onore di parlare al Reale Istituto, egli espresse la speranza che per mezzo di questo ricevitore magnetico si potesse arrivare ad azionare uno strumento registratore, ed egli è lieto di poter annunciare che è recentemente riuscito a costruire un ricevitore magnetico capace di azionare un relé ed un registratore.

Le cause che impedirono al primo tipo di ricevitore magnetico dell'Autore di azionare un relé, erano la rapidità ed il carattere alternante della corrente, prodotto dall'effetto delle oscillazioni sul ferro. Questa corrente o impulso è così subitanea e rapida, che se può essere percepita da un diaframma di telefono, è molto troppo rapida per determinare un moto apprezzabile nella linguetta relativamente pesante del relé, e con ciò di permettere ad un'altra corrente di azionare il registratore od altro strumento. Modificando i circuiti, in special modo aumentando la loro lunghezza ed adoperando una speciale qualità di ferro, l'Autore è riuscito ad ottenere dal ricevitore magnetico un impulso tale da essere capace di mettere in azione uno strumento registratore.

Questo apparecchio è particolarmente adatto a ricevere messaggi da stazioni quali, ad esempio, Poldhu, dove la lunghezza dell'onda irradiata è considerevole.

I vantaggi di questo ricevitore sul sistema del ricevitore a coherer sono molto grandi. In primo luogo è molto più semplice, richiede assai minore attenzione, è assolutamente sicuro e costante nel suo lavoro, ed ha una minore ed invariabile resistenza. Ma il maggiore dei vantaggi è dato dal fatto che con questo tipo di ricevitore si possono raggiungere delle velocità di ricezione molto elevate.

La velocità con cui si poteva lavorare con il primo ricevitore magnetico era limitato alla capacità ed abilità dell'operatore. Il nuovo detector invece, per quanto concerne la velocità, non dipende più dall'operatore. Si può adoperare un trasmettitore automatico per inviare messaggi alla velocità di cento parole al minuto, ed i messaggi, per mezzo del nuovo tipo di ricevitore, verranno captati e registrati in maniera chiara e distinta.

L'Autore dette qui una dimostrazione di radiotrasmissione e ricezione, servendosi degli strumenti «Wheatstone» ad alta velocità, imprestati dalla C. P. O., in unione con il ricevitore magnetico.

Questa forma di ricevitore registrante è stata soddisfacentemente adoperata su una distanza di 152 miglia su terra ferma, e sarà prossimamente impiegata in collegamento con le nuove stazioni transatlantiche.

Insieme con il prof. Fleming, l'Autore ha recentemente introdotto ulteriori perfezionamenti che aumentano notevolmente l'efficienza dell'apparato, ma che egli non è per il momento libero di poter descrivere. L'Autore qui dimostrò per mezzo di un galvanometro gli effetti delle modifiche apportate, facendo vedere lo spostamento del galvanometro con e senza il nuovo adattamento. L'Autore presentò e spiegò anche il cimometro del dott. Fleming per misurare la lunghezza delle onde usate nella radiotelegrafia.

In questi ultimi anni un grande interesse hanno suscitato nel pubblico le prove e gli esperimenti dei quali si è occupato l'Autore per vagliare e identificare le possibilità della radiotelegrafia su grandissime distanze, e specialmente sugli esperimenti in corso attraverso l'Oceano Atlantico.

La facilità con cui fin dal 1900 si potevano raggiungere, con l'apparato dell'Autore, distanze di oltre 200 miglia, e la certezza che per mezzo di dispositivi sintonici, si potevano evitare le mutue interferenze, indusse l'Autore a consigliare la costruzione di stazioni di grande potenza, una in Cornovaglia e l'altra nell'America del Nord, per vedere se, con l'impiego di un'energia molto maggiore, sarebbe stato possibile trasmettere messaggi attraverso l'Oceano Atlantico.

Con la costruzione di queste due stazioni esperimenti e prove a largo raggio furono fatte verso la fine del 1902. Queste prove furono molto facilitate dalla cortesia

del Governo italiano, il quale mise a disposizione dell'Autore un incrociatore di tonnellate 7000, il *Carlo Alberto*. Durante queste prove, un fatto interessante fu osservato, e cioè che, contrariamente a quanto avviene con l'impiego di stazioni trasmittenti di media potenza, l'esistenza di montagne o comunque terra ferma fra l'apparato trasmittente e quello ricevente non porta alcuna sensibile riduzione sulla distanza a cui è possibile comunicare; e ciò è dovuto senza dubbio alla maggiore lunghezza dell'onda irradiata dall'aereo delle stazioni a lunga distanza, in confronto delle onde di media lunghezza irradiate dalle istallazioni più piccole e meno potenti. Così dei messaggi da Poldhu furono ricevuti in tutti i luoghi segnati sulla carta rappresentata alla figura 13, che è una copia della carta che accompagnava il rapporto ufficiale degli esperimenti. Queste località dove i segnali furono direttamente ricevuti da Poldhu, si trovano sul Baltico vicino alla Svezia, a Kiel, sul Mare del Nord, nel Golfo di Biscaglia ed anche Ferrol, Cadice, Gibilterra, la Sardegna e La Spezia. Messaggi dalla Cornovaglia vennero distintamente ricevuti in tutti questi luoghi, nonostante che sul Baltico, per esempio, tutta l'Inghilterra, i Paesi Bassi ed una parte della Germania e della Scandinavia si trovassero fra Poldhu ed il *Carlo Alberto*. Anche a Cadice ed a Gibilterra vi era di mezzo tutta la Spagna; ed alla Spezia ed a Cagliari nel Mediterraneo, tutta la Francia comprese le Alpi si trovavano in linea diretta fra le due stazioni.

Dopo questi esperimenti il *Carlo Alberto* fu rimandato dal Mediterraneo a Plymouth, e di lì portò l'Autore al Canadà; e nell'ottobre del 1902 i segnali da Poldhu furono ricevuti a bordo della nave durante il viaggio fino alla distanza di 2300 miglia.

Nel dicembre del 1902 furono scambiati dei messaggi fra le stazioni di Poldhu e Capo Breton, ma fu notato che la comunicazione era più facile dal Canadà verso l'Inghilterra che nella direzione opposta.

La ragione di ciò va attribuita al fatto che con gli aiuti e gli incoraggiamenti dati dal Governo canadese, la stazione di Capo Breton era stata più efficientemente e riccamente dotata; mentre riguardo a Poldhu, stante l'incertezza sull'atteggiamento del Governo britannico di allora circa l'attività di quella stazione, la Compagnia dell'Autore non voleva rischiare somme troppo forti di denaro per aumentare la portata delle sue trasmissioni.

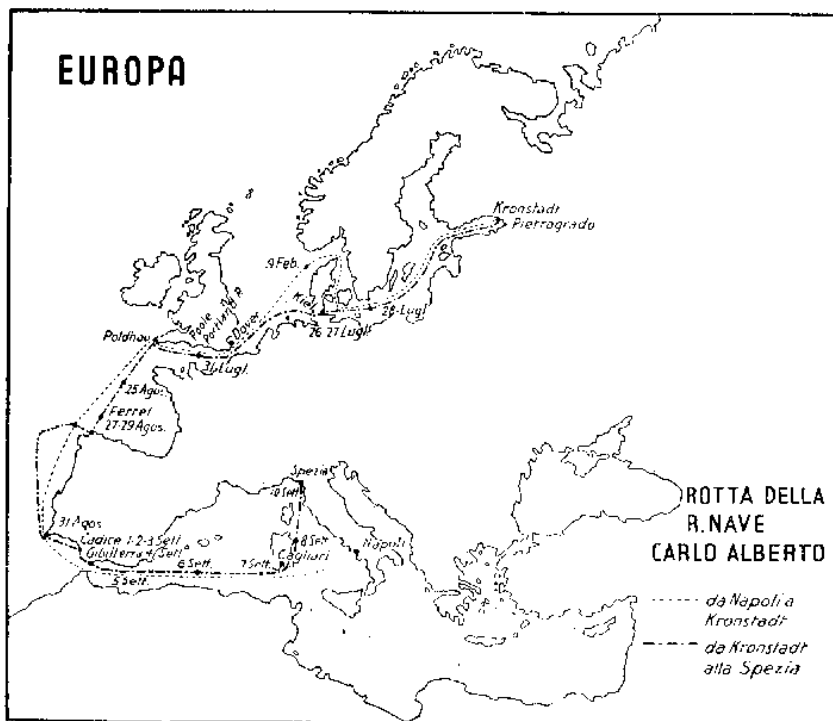



Fig. 13.

Essendo le trasmissioni dal Canadà all'Inghilterra molto accurate e fatte con facilità, l'Autore si credette in dovere di inviare i primi messaggi alle Loro Maestà il Re d'Inghilterra e il Re d'Italia, i quali lo avevano ambedue fin da principio molto incoraggiato ed aiutato nel suo lavoro. L'Autore potè quindi annunziare che la trasmissione di messaggi telegrafici attraverso l'Oceano Atlantico, senza l'aiuto di cavo od altro conduttore, era un fatto compiuto. Anche Lord Minto, il Governatore

Generale del Canadà, che si era molto interessato ai primi esperimenti fatti dall'Autore nel Canadà, inviò un messaggio al Sovrano. Gli ufficiali delegati dal Governo italiano, ed una rappresentanza del «Times» di Londra, erano presenti alla trasmissione dei messaggi, ed oltre 2000 parole furono mandate e correttamente ricevute alla presenza dei delegati del Governo.

Ulteriori prove furono fatte dalla stazione per lunghe distanze eretta a Capo Cod negli Stati Uniti di America, ed un messaggio del Presidente Roosevelt a Sua Maestà il Re fu felicemente trasmesso da questa stazione.

Nella primavera del 1903 fu tentata dall'America la trasmissione di notizie per il «Times» di Londra, ed i primi messaggi furono correttamente ricevuti e pubblicati su quel giornale. Un guasto all'isolamento dell'apparato a Capo Breton rese necessaria la sospensione del servizio, e sfortunatamente ulteriori incidenti fecero sì che la trasmissione di messaggi non fosse molto sicura, specialmente in primavera ed in estate. In conseguenza di questo, la Compagnia dell'Autore decise di sospendere la trasmissione di ogni altro messaggio pubblico finchè non fosse stato possibile di assicurare e mantenere in tutte le condizioni ordinarie un servizio regolare e continuo.

Un fatto curioso si è verificato nelle trasmissioni di messaggi attraverso l'Atlantico; era molto più facile trasmettere durante i mesi invernali di dicembre, gennaio e febbraio, che durante la primavera e l'estate, pur non in-

contrando alcuna seria difficoltà prima di aprile. Questo fenomeno era in parte dovuto all'isolamento dell'aereo, che non era così efficiente durante la umida stagione primaverile, quando sgela e la neve ed il ghiaccio si fondono; nel freddo ed asciutto inverno canadese invece, l'isolamento era più facilmente mantenuto in condizioni efficienti.

È ora in costruzione una nuova stazione fornita di più potenti e perfetti apparati, e l'Autore è perfettamente convinto che la praticità e sicurezza della radiotelegrafia transatlantica sarà pienamente dimostrata.

Riferendoci a queste stazioni ultra potenti, è interessante osservare che il fenomeno che l'Autore aveva osservato nel 1895, e che egli indicò nel suo brevetto del 2 giugno 1896, è del tutto comprovato; cioè che: «A parità di condizioni, ad una maggiore larghezza della superficie (o capacità) del ricevitore e del trasmettitore, e ad una maggiore altezza a cui le capacità sono sospese, corrisponde una maggiore distanza a cui si può comunicare», e perciò gli aerei di queste stazioni sono molto più larghi e più alti di quelli usati dalle stazioni di minore potenza. Anche il potenziale elettrico di cui sono dotati è molto superiore a quello usato nelle stazioni a più corto raggio di azione.

Durante la costruzione di queste stazioni a lungo raggio di azione, sono state fatte delle prove molto importanti, ed un traffico commerciale giornaliero è stato sbrigato su una distanza di circa 2000 miglia. Nel mese di

ottobre del 1903 fu possibile di fornire, durante tutta la sua trasversata da New York a Liverpool, il piroscafo *Lucania* della Cunard, di notizie trasmessegli da Poldhu e da Capo Breton,

Da giugno, su alcuni piroscafi della Compagnia di Navigazione Cunard, è stato attuato un regolare servizio commerciale su lunghe distanze, che permette a questi bastimenti di ricevere giornalmente durante il loro viaggio attraverso l'Atlantico, messaggi raccolti per la trasmissione dalla Reuter in Inghilterra, e dalla Associated Press in America. Attualmente cinque transatlantici pubblicano un foglio giornaliero contenente comunicazioni telegrafiche delle ultime notizie.

Il lavoro pratico e sperimentale svolto in collegamento con le stazioni a lunga e corta portata, ha fornito preziose occasioni per osservare e studiare vari sconosciuti ed insospettati effetti delle condizioni dello spazio sulla propagazione delle onde elettromagnetiche. L'Autore si è servito per questo, dei rapporti giornalieri di 70 navi e di 50 stazioni terrestri, e quindi le possibilità di errori dovuti a quelli che si potrebbero chiamare risultati accidentali, sono ridotte al minimo. È quindi interessante osservare come la differenza fra la propagazione delle onde, di notte e di giorno, è notevole soltanto nel caso delle stazioni a lunga distanza; cioè in altre parole dove una considerevole quantità di energia agisce sull'aereo. Per esempio, tutte le stazioni di bordo aventi un raggio di azione di 150 miglia circa, eguagliano la distanza del-

le loro comunicazioni di giorno con quelle della notte; viceversa le stazioni a lunga distanza, come Poldhu, Capo Breton e Capo Cod, come erano costruite originariamente, raggiungono di giorno i due quinti della distanza delle comunicazioni notturne.

È stata affacciata l'ipotesi, che la ragione per cui le distanze che si possono raggiungere di giorno sono minori, è dovuta agli elettroni lanciati nello spazio dal sole, e che se, secondo l'ipotesi del prof. Arrhenius, essi cadono sulla terra come una pioggia continua, quella porzione dell'emisfero terrestre illuminato dal sole conterrà un maggior numero di elettroni che non la parte in ombra, e perciò sarà meno permeabile alle lunghe onde Hertziane.

Una esauriente scientifica spiegazione di questo fenomeno non è stata ancora data, ma il prof. J. Thomson ha dimostrato in un interessante numero del «Philosophical Magazine», che se gli elettroni vengono a trovarsi in uno spazio traversato da lunghe onde elettriche, esse faranno muovere gli elettroni nella loro direzione, provocando così assorbimento di una parte dell'energia delle onde stesse. Perciò lo spazio contenente elettroni, come ha fatto osservare il prof. Fleming nelle sue Letture alla Società delle Arti, si comporta come un mezzo leggermente opaco alle onde elettriche lunghe.

Infatti un cielo sereno ed un'aria limpida e soleggiata, se molto trasparente per le onde luminose, potrebbero agire come nebbia per le onde Hertziane. Apparente-

mente, l'ampiezza delle oscillazioni elettriche irradiate, ha una parte importante nell'interessante fenomeno, perchè l'Autore ha osservato che se una considerevole potenza viene applicata all'apparato irradiante delle cosiddette stazioni a corto raggio di azione, la differenza fra la lunghezza delle trasmissioni notturne e quelle delle trasmissioni diurne diventa subito sensibile, nonostante sia rimasta inalterata la lunghezza dell'onda irradiata.

Una curiosa caratteristica di quello che si potrebbe chiamare l'effetto della luce diurna, è la immediatezza con cui interrompe i segnali a grande distanza. Questi, infatti, non si estinguono gradualmente, come si potrebbe supporre, con l'aumentare della luce del giorno, ma sembrano svanire rapidamente, e cessano del tutto nello spazio di circa due minuti.

L'Autore non crede menomamente che questo effetto della luce sia da considerarsi un serio ostacolo per la pratica applicazione della radiotelegrafia su lunghe distanze, in quanto tutto l'inconveniente si riduce a questo: che per mandare segnali a mezzo di onde elettriche su lunghe distanze, bisognerà impiegare una maggiore potenza di giorno che di notte.

È stato dichiarato che una delle serie obiezioni riguardo alla radiotelegrafia era dovuta al fatto che non esisteva alcun mezzo per dirigere l'energia emessa dalle stazioni. Se noi ammettiamo questo fatto come esatto, noi certamente troviamo che, se presenta certi svantaggi, presenta anche molti vantaggi forse equivalenti. Per

esempio, se un cavo viene deposto fra l'Inghilterra ed il Canadà, può servire soltanto alle comunicazioni fra questi due paesi; ma se invece si stabilisce fra questi due paesi un collegamento radio, le stazioni possono essere istantaneamente adoperate sia in tempo di guerra che in qualsiasi altro caso di emergenza, per comunicare con altre stazioni, situate diciamo a Gibilterra, nelle Indie Orientali, o qualche località nell'interno dell'America del Nord, come pure, se necessario, con navi da guerra munite di un apparato sintonizzato con l'onda emessa da quelle stazioni. Benchè l'energia non possa essere diretta in una sola direzione, può essere captata ad una certa distanza, soltanto da certi ricevitori sintonizzati, come avviene adesso con i piroscafi che attraversano l'Oceano. Cinquanta di questi bastimenti sono muniti di apparecchio radio, ma soltanto cinque di essi l'hanno regolato per ricevere i messaggi a lunga distanza emessi da Poldhu; e per la verità questi messaggi sono ricevuti soltanto da questi cinque vapori specialmente intonati.

Prima di concludere non sarebbe male di dare alcuni dettagli sugli usi pratici verso cui il sistema radiotelegrafico dell'Autore si è già indirizzato.

Vi sono ora oltre 80 navi da guerra britanniche e 30 italiane fornite del sistema. Un buon numero di queste navi da guerra sono munite di apparato per lunghe distanze, e sono perciò in condizioni di mantenersi in contatto con l'Inghilterra quando si trovano lontano nell'Atlantico, a Gibilterra e nel Mediterraneo. L'Ammiraglio

Lord Charles Beresford ha autorizzato l'Autore a dichiarare che durante l'ultima crociera della Flotta del Canale, da Gibilterra all'Inghilterra, le navi non ebbero durante tutto il viaggio nessuna difficoltà di sorta, per ricevere messaggi dalla Cornovaglia per mezzo di speciali apparecchi per lunghe distanze.

Settanta piroscafi, appartenenti rispettivamente all'Inghilterra, all'Italia, alla Francia, alla Germania, all'Olanda, al Belgio ed agli Stati Uniti, sono muniti dell'apparecchio dell'Autore, e sono tenuti a svolgere un traffico commerciale a beneficio dei passeggeri, da vapore a vapore e dal vapore alla costa; per quest'ultimo caso vi sono oltre 50 stazioni terrestri con le quali comunicare. Durante il 1904, 67.625 messaggi commerciali sono stati spediti e ricevuti dalle stazioni di bordo e terrestri controllate dalla Compagnia dell'Autore.

La radiotelegrafia è anche usata come un ramo del sistema telegrafico italiano a scopo commerciale attraverso il Mare Adriatico, particolarmente fra Bari (Italia) e Antivari (in Montenegro) e a Messina, Reggio e Villa San Giovanni. Essa è utilizzata anche dall'ufficio telegrafico britannico per collegare la Cornovaglia alle Isole Scilly, nei non infrequenti casi della rottura dei cavi.

Quanto al futuro della radiotelegrafia, l'Autore esprime il suo convincimento sulla possibilità di questa di fornire un mezzo più economico per la trasmissione di telegrammi dall'Inghilterra all'America, e dall'Inghilterra

alle Colonie, che non il presente servizio svolto con i cavi.

È vero che molti scienziati dubitano della possibilità di inviare onde elettriche a grandi distanze. Altri invece no. In una recente memorabile occasione all'Università di Glasgow, Lord Kelvin dichiarò pubblicamente che egli non solo credeva che dei messaggi potessero essere trasmessi attraverso l'Atlantico, ma che un giorno sarebbe stato possibile inviare messaggi dall'altra parte del Globo. A prescindere dalle possibilità pratiche ed economiche di questo fatto, la trasmissione di messaggi agli antipodi, quando realizzata, aprirebbe la strada ad esperimenti di grandissimo interesse scientifico. Per esempio, se le trasmissioni agli antipodi fossero possibili, l'energia dovrebbe dirigersi in tutte le parti del Globo da una stazione all'altra e forse concentrarsi agli antipodi, ed in questa maniera sarebbe forse possibile inviare messaggi in paesi così lontani con una piccola quantità di energia elettrica, e conseguentemente con una spesa corrispondentemente minore.

SUI METODI CON I QUALI L'IRRADIAZIONE DI ONDE ELETTRICHE PUÒ ESSERE PRINCIPALMENTE LIMITATA A PARTICOLARI DIREZIONI, E LA RICEZIONE DI UN APPARATO RICEVENTE PUÒ ESSER LIMITATA ALLE ONDE ELETTRICHE PROVENIENTI DA PARTICOLARI DIREZIONI[21]

Questa nota riferisce i risultati osservati quando, al posto di una normale antenna verticale usata come organo irradiante o ricevente nelle stazioni radiotelegrafiche, si usa un conduttore rettilineo orizzontale posto ad un'altezza relativamente piccola sulla superficie del suolo o dell'acqua.

Quando un filo orizzontale isolato A, B, come mostrato nello schizzo 1, è collegato per una estremità ad

[21] Comunicato dal dott. J. A. FLEMING F. R. S. Ricevuto il 15 marzo, letto il 22 marzo 1906. Dai «Resoconti della Reale Società di Londra», serie A, volume LXXVII.

una sfera di uno spinterometro di cui l'altra sfera è

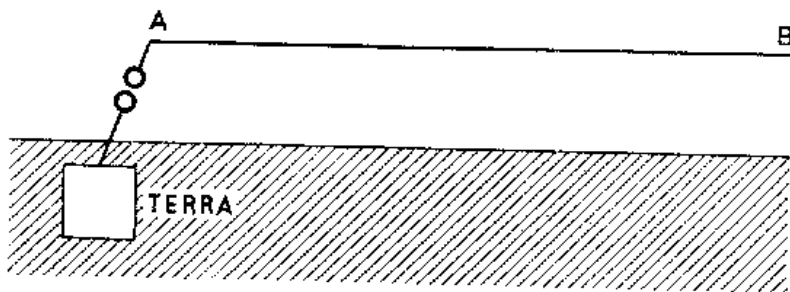



Fig. 1.

collegata a terra, e delle scintille si stabiliscono tra le sfere, è stato notato, studiando lo spazio intorno a tale oscillatore, che le radiazioni emesse raggiungono un massimo nel piano verticale contenente il filo orizzontale A, B, e provengono principalmente dall'estremità A, connessa allo spinterometro: mentre la radiazione è nulla, o raggiunge un minimo, nelle direzioni che si trovano approssimativamente a 100° dalla direzione in cui si ha il massimo effetto.

È stato anche notato che ogni conduttore orizzontale di sufficiente lunghezza, posto sul suolo o a breve distanza al di sopra di esso, e collegato per una estremità alla terra attraverso un opportuno rivelatore, riceve con efficienza massima soltanto quando il trasmettitore è posto nel piano verticale passante per il conduttore ricevente orizzontale e sia orientato in modo che l'estremità

connessa al rivelatore ed alla terra risulti diretta verso la stazione trasmittente.

Se quindi un siffatto conduttore orizzontale è imperniato sulla sua estremità messa a terra in modo da ruotare in un piano orizzontale, il rilevamento o direzione di ogni stazione trasmittente che si trovi nel campo di ricezione del ricevitore può essere determinato.

Ho fatto un certo numero di prove con trasmettitori e ricevitori aventi antenne o conduttori irradianti e riceventi disposti come segue:

1° conduttori trasmittenti consistenti in fili orizzontali le cui radiazioni sono ricevute a distanza per mezzo di soliti fili verticali opportunamente accordati;

2° conduttori, trasmittenti e riceventi, consistenti entrambi in fili orizzontali;

3° conduttori trasmittenti consistenti in uno o più fili verticali con o senza superfici capacitative all'estremità, come quelli usualmente impiegati in telegrafia senza fili, le radiazioni essendo invece ricevute per mezzo di conduttori orizzontali.

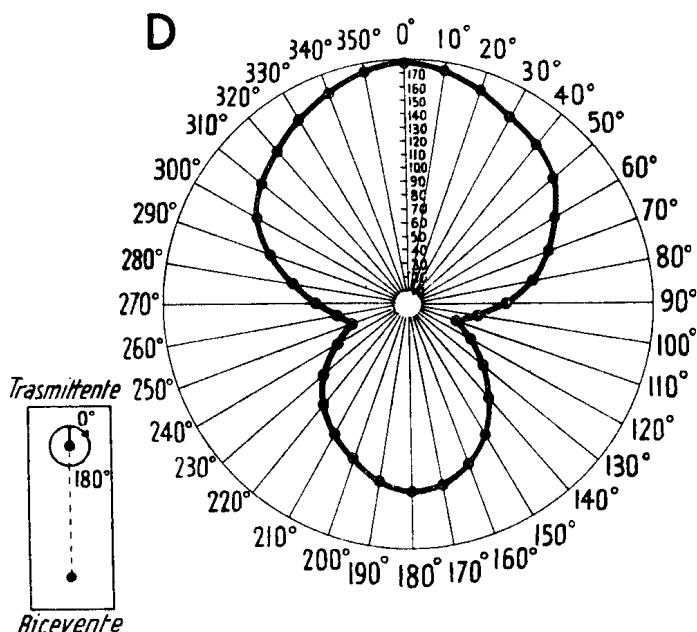
A grandi distanze ho quasi sempre usato come rivelatore il mio ricevitore magnetico[22]. A piccole distanze ho utilizzato un termogalvanometro di Duddel[23] per mezzo del quale era possibile misurare i valori efficaci delle correnti indotte dalle oscillazioni nei fili riceventi disposti in varie posizioni rispetto ai conduttori trasmittenti.

---

[22] V. «Roy. Soc. Proc.», London, 1902, vol. 70, pag. 341.

[23] «Phil. Mag.», 1904, vol. 8, pag. 91.

Con le disposizioni come quelle indicate in (1), sono state fatte le seguenti prove:

1° *Trasmettitore.* – Filo orizzontale lungo 100 metri, eccitazione diretta, lunghezza di scintilla cm. 2, lunghezza d'onda circa 500 metri.

Curva che dà la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: Conduttore trasmittente ruotante in un piano orizzontale da 0° a 360°, posto a m. 1,5 sopra il suolo. Conduttore ricevente verticale, fisso, alto 18 metri.
Lunghezza del conduttore trasmittente: m. 60
Lunghezza del conduttore ricevente: m. 18.

Distanza di trasmissione: m. 260.
Fig. 2.

Ricevitore. – Un filo verticale lungo 8 metri, accordato sul periodo del trasmettitore per mezzo della bobina di sintonizzazione, e connesso al rivelatore magnetico ed alla terra nel modo solito.

Risultati. – Segnali ben distinti a km. 16 nel piano verticale passante per il filo trasmittente orizzontale e nella direzione della estremità messa a terra; deboli a km. 10 nello stesso piano verticale ma in direzione opposta, inaudibili a km. 6 in direzioni ad angolo retto rispetto alle direzioni suddette.

2° *Trasmettitore*. – (A Mullion, Cornovaglia): consistente in un conduttore orizzontale lungo 150 metri composto di 4 fili paralleli di circa mm. 3 di diametro posti ad una distanza di m. 1,50 sospesi ad un'altezza di m. 20 e tutti connessi alla terra attraverso lo spinterometro di una bobina di induzione posta al pianterreno di un edificio; lunghezza di scintilla circa cm. 2.

Ricevitore. Ad Haven, Poole (distanza km. 240): consistente in un filo verticale lungo m. 50, connesso attraverso una bobina di sintonizzazione ad un rivelatore magnetico ed alla terra.

Risultati. – Una rotazione di 15° del piano passante per il conduttore trasmittente dalla direzione esatta, era sufficiente a far sì che i segnali non potessero più esser

ricevuti a Poole. Il diagramma polare D (fig. 2) dà i valori della corrente ricevuta in microampere, nelle condizioni indicate sotto il diagramma. I valori della corrente in microampere segnati in ogni diagramma sono la media di un notevole numero di letture, l'energia trasmittente essendo mantenuta costante quanto più possibile, per mezzo di un opportuno interruttore inserito nella bobina d'induzione trasmittente.

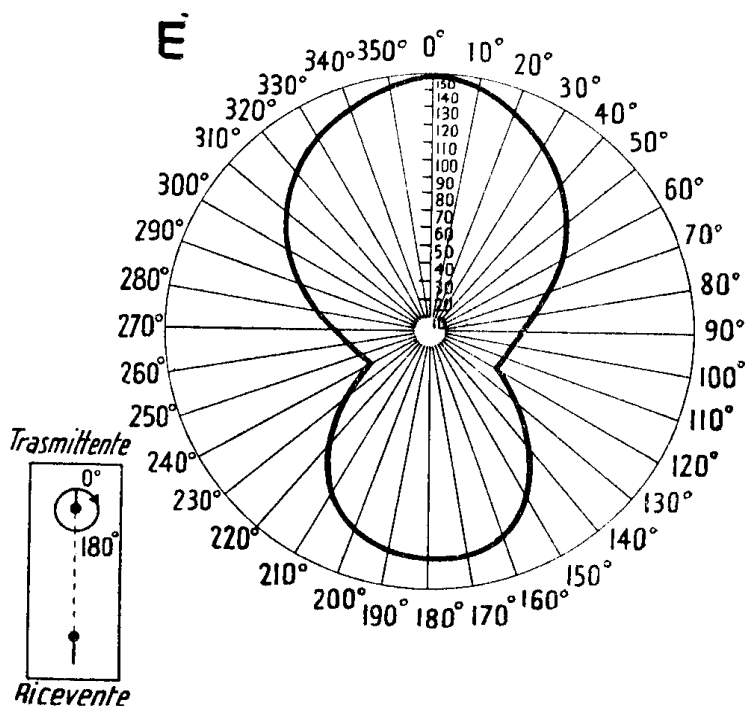
Con la disposizione indicata in (2), cioè entrambi conduttori trasmittente e ricevente, orizzontali, si sono ottenuti fra gli altri i seguenti risultati:

1° *Trasmettitore*. – Conduttore lungo m. 200 sospeso ad una altezza di m. 15 dal suolo; lunghezza di scintilla circa cm. 2.

Ricevitore. – Conduttore simile sospeso ad un metro di altezza dal suolo, collegato per un'estremità ad un rivelatore ed alla terra nel modo solito.

Risultati. – Nella direzione del massimo effetto (come si è detto sopra) segnali leggibili a km. 25. A circa 90° dalla detta direzione ad una distanza di km. 12, nessuna ricezione; nella stessa direzione a km. 5, segnali deboli.

2° *Trasmettitore*. – Consistente in 4 fili di m. 330 di lunghezza ciascuno, separati l'uno dall'altro da una distanza di m. 1,40 sospesi ad un'altezza di m. 20 dal suolo e connessi per mezzo di un conduttore quasi verticale ad un generatore di scintille; lunghezza di scintilla, cm. 3.

Ricevitore. Consistente in un filo di m. 220 di lunghezza, ricoperto di materiale isolante, posto sul suolo e connesso, per la sua estremità più vicina alla stazione trasmittente, attraverso una bobina d'induzione, al ricevitore magnetico ed alla terra.

Curva che dà la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: conduttore trasmittente orizzontale, ruotante da 0° a 360° ad un'altezza sul suolo di m. 1,50. Conduttore ricevente orizzontale, fisso a m. 1,50 sul suolo.

Lunghezza del conduttore trasmittente: m. 60

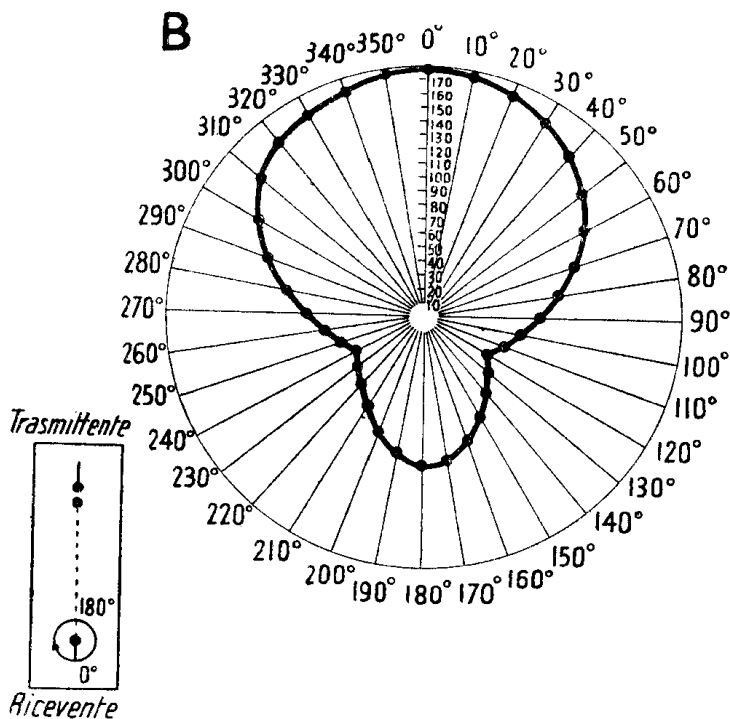
Lunghezza del conduttore ricevente: m. 60.
Distanza di trasmissione: m. 260.
Fig. 3.

Risultati. – Nel piano verticale passante per l'antenna trasmittente, e nella migliore direzione, segnali deboli ma distinti erano ricevuti ad una distanza di km. 160; a 45° da detta direzione e a km. 150 di distanza non si riceveva nulla; a 25° dalla migliore direzione e a km. 160 di distanza si ricevevano segnali debolissimi.

I risultati ottenuti a brevi distanze sono dati dalle letture di un termogalvanometro e mostrati nei diagrammi polari E e B.

Con le disposizioni come indicate in (3), cioè, il conduttore trasmittente, consistente in un filo verticale del solito tipo e il conduttore ricevente orizzontale, i seguenti risultati fra gli altri meritano attenzione.

A Clifden, Irlanda, per mezzo di un conduttore orizzontale lungo m. 230, disposto sul suolo e connesso per un'estremità ad un ricevitore magnetico ed alla terra, è possibile ricevere, con chiarezza e distintamente, tutti i segnali trasmessi dalla stazione di Poldhu (posta a km. 500 di distanza), purchè l'estremità libera del detto conduttore sia diretta verso la stazione di Poldhu. Nessun segnale può esser ricevuto se il filo orizzontale a Clifden fa un angolo maggiore di 35° con la direzione di Poldhu.

I segnali provenienti dalla stazione dell'Ammiragliato a Scilly possono essere ricevuti a Mullion, Cornovaglia (distanza circa km. 85) per mezzo di un filo orizzontale di m. 50 di lunghezza, a due metri di altezza sul suolo, purchè detto filo sia posto in posizione radiale rispetto alla stazione trasmittente e la sua estremità libera sia diretta in senso opposto ad essa. Esso diventa invece non ricettivo se è disposto in modo da formare un angolo maggiore di 20° con la direzione della stazione di Scilly.

Curva che dà la corrente misurata in microampere al-

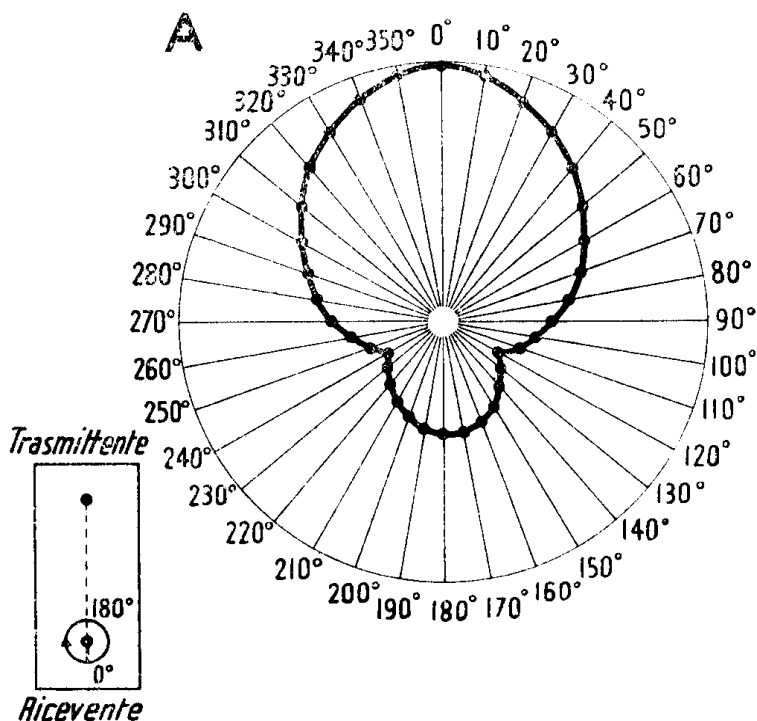
l'estremità messa a terra del conduttore ricevente nel-
le seguenti condizioni di direzione: conduttore tra-
smittente orizzontale, fisso, a m. 1,50 sul suolo.
Conduttore ricevente orizzontale ruotante da 0° a
360°, a m. 1,50 sul suolo.
Lunghezza del conduttore trasmittente: 30 metri
Lunghezza del conduttore ricevente: 30 metri.
Distanza di trasmissione: 225 metri.

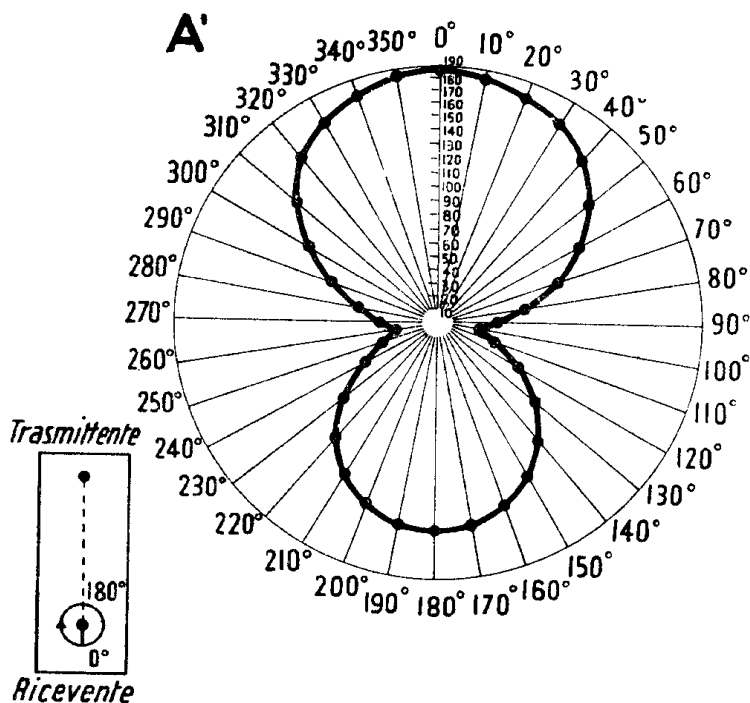
Fig. 4.

Alcune prove sono state anche fatte per l'Ammiragliato in prossimità di Poldhu, in collegamento colla nave *Furious*. A questo scopo 8 fili orizzontali lunghi m. 60, sospesi ad un'altezza di circa m. 2, erano disposti radialmente così da convergere verso un piccolo edificio posto in un campo in prossimità di Poldhu. Questi fili radiali erano disposti in modo da dividere un cerchio in 8 settori eguali. Per mezzo di un opportuno commutatore l'estremità di ognuno di questi fili verso il punto di convergenza poteva esser connessa alla terra attraverso un ricevitore magnetico.

La stazione radiotelegrafica del *Furious* consisteva in un filo verticale ordinario, lungo circa m. 50, collegato ad un opportuno spinterometro. La stazione della nave trasmetteva a intervalli e si muoveva descrivendo un arco di circa 180° attorno a Poldhu conservando una distanza intorno alle 16 miglia. Per mezzo del sistema dei fili orizzontali la posizione della nave rispetto a Poldhu poteva esser determinata in ogni istante notando su quale particolare filo o fili, la ricezione dei segnali era più

forte e osservando inoltre quali fossero i fili non ricettivi.

Fu possibile anche ricevere, simultaneamente e senza interferenza mutua, differenti segnali inviati per mezzo di oscillazioni della stessa lunghezza d'onda, provenienti dalla nave e dalla stazione radiotelegrafica di Lizard (distante km. 10), quando la nave era in tale posizione che la sua linea di congiunzione con Poldhu faceva un angolo di almeno 50° con la direzione della stazione di Lizard.

Curva che dà la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: conduttore trasmittente verticale, fisso, alto 44 metri.
Conduttore ricevente orizzontale ruotante da 0° a 360°, a m. 1,50 sul suolo.
Lunghezza del conduttore trasmittente: 45 metri
Lunghezza del conduttore ricevente: 30 metri.
Distanza di trasmissione: 680 metri.
Fig. 5.

Per ulteriori valori e curve della corrente ricevuta nei ricevitori, rimando ai diagrammi A, A', C, C'.

Curva che mostra la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: conduttore trasmittente verticale, fisso, alto 44 metri.
Conduttore ricevente orizzontale, ruotante da 0° a 360°, posto sul suolo.
Lunghezza del conduttore trasmittente: 45 metri
Lunghezza del conduttore ricevente: 30 metri.

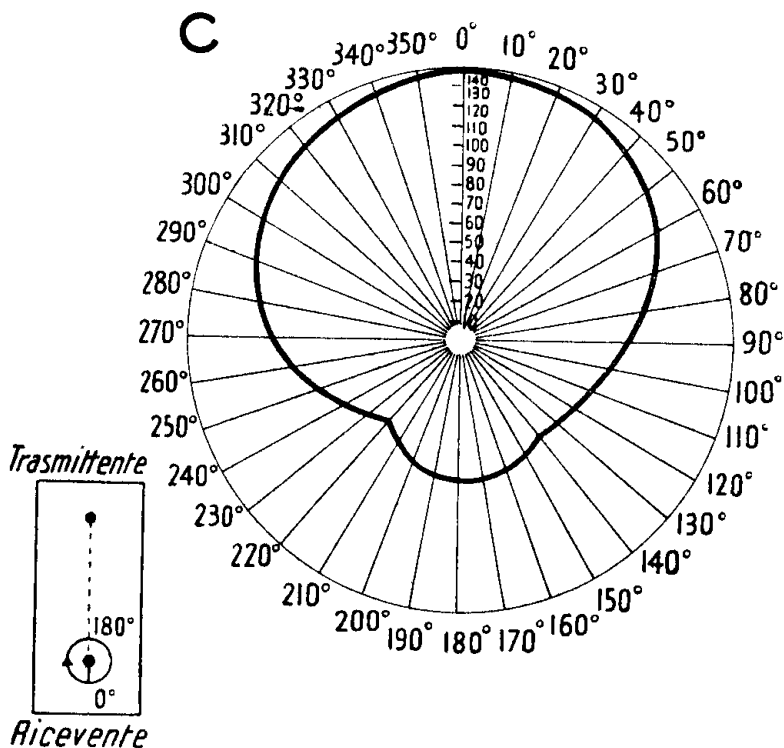
Distanza di trasmissione: 680 metri.

Fig. 6.

Riferendomi in linea generale ai risultati citati in questa nota, ho osservato che, affinchè gli effetti siano ben marcati, è necessario che la lunghezza dei conduttori orizzontali sia grande rispetto alla loro altezza sul suolo, e che le lunghezze d'onde impiegate siano notevoli; condizione questa che rende difficile di fare tali esperimenti entro le pareti di un laboratorio.

Ho trovato risultati ben marcati per lunghezze d'onda di m. 150 e più, ma non ho potuto ottenere risultati ben definiti impiegando onde molto più corte, e gli effetti seguono una legge che non ho ancora avuto il tempo di investigare. Sembra inoltre che vi sia un notevole vantaggio, per quanto riguarda gli effetti osservati a grandi distanze, usando un conduttore irradiante direttamente eccitato, cioè un conduttore isolato nel quale le oscillazioni di alta frequenza sono prodotte per mezzo di uno scaricatore a scintilla che lo scarica a terra, o su un altro corpo, come quello abitualmente usato nelle mie primitive forme di trasmettitori radiotelegrafici a onde hertziane.

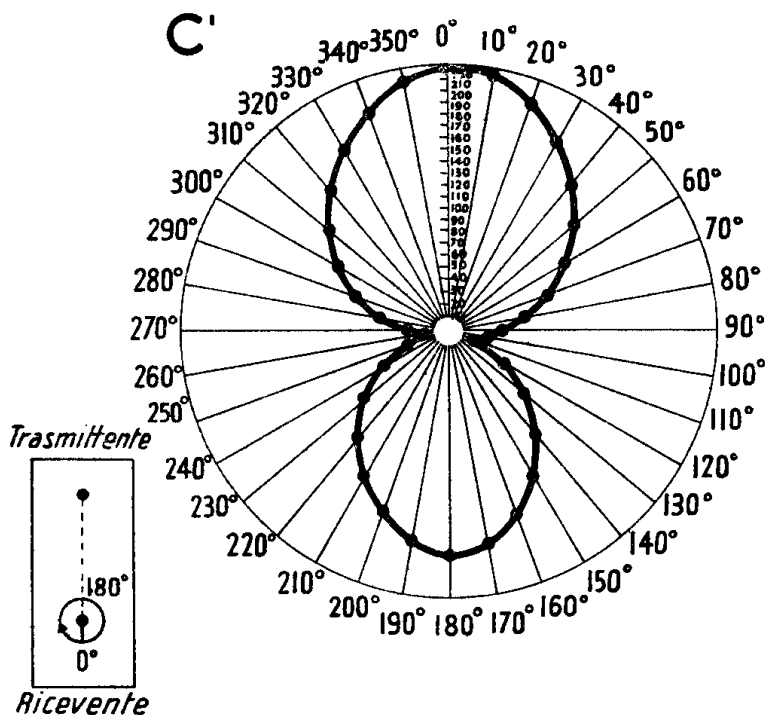
Usando l'eccitazione induttiva, cioè se le oscillazioni sono indotte nel conduttore irradiante, da un altro circuito oscillante, i risultati comparativi nelle varie direzioni sembrano essere nelle medesime proporzioni di quelli osservati usando il metodo dell'eccitazione semplice, ma le distanze a cui questi effetti possono essere rivelati,

sono molto più piccole a parità di potenza usata nel trasmettitore.

Curva che mostra la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: conduttore trasmittente: aereo della stazione di Poldhu consistente in conduttori verticali multipli con grande capacità al vertice.
Conduttore ricevente orizzontale ruotante da 0° a 360°, a m. 1,50 sul suolo.
Lunghezza del conduttore trasmittente

Lunghezza del conduttore ricevente: 30 metri.
Distanza di trasmissione: 650 metri.
Fig. 7.

Ho notato che la lunghezza più vantaggiosa dei fili orizzontali riceventi, nei riguardi delle distanze massime a cui si possono ottenere dei risultati, è di circa un quinto della lunghezza dell'onda trasmessa, se i detti fili sono posti ad una certa altezza sul suolo; ma i fili riceventi devono essere più corti se essi sono posti sul suolo. Sarebbe istruttivo studiare più da vicino la differenza dei risultati e le curve ottenute per mezzo di fili orizzontali posti a diverse altezze sul suolo e anche l'effetto ottenuto variando la lunghezza di detti fili.

Usando fili orizzontali riceventi disposti come è descritto in questa nota, ho spesso notato che le perturbazioni elettriche naturali dell'atmosfera, o onde elettriche vaganti, le quali prevalgono generalmente durante l'estate, sembrano provenire da certe direzioni ben definite che variano di tempo in tempo. Così in certi giorni gli strumenti riceventi, connessi ai fili orientati in modo tale da presentare una ricettività massima per le onde elettriche provenienti dal sud, indicavano in modo sensibile la presenza di queste onde elettriche naturali, mentre se i fili erano differentemente orientati gli effetti erano nel medesimo momento più deboli o impercettibili.

In altri giorni le onde elettriche naturali provenivano apparentemente da altre direzioni.

Curva che dà la corrente misurata in microampere all'estremità messa a terra del conduttore ricevente nelle seguenti condizioni di direzione: conduttore trasmittente: aereo della suzione di Poldhu consistente in conduttori multipli verticali con grande capacità al vertice.
Conduttore ricevente: orizzontale ruotante da 0° a 360°, posto sul suolo.
Lunghezza del conduttore trasmittente

Lunghezza del conduttore ricevente: 30 metri.
Distanza di trasmissione: 650 metri.
Fig. 8.

Sarebbe molto interessante studiare se esista una relazione fra la direzione di provenienza di queste onde e la direzione nota di tempeste terrestri o celesti dalle quali potrebbero probabilmente essere generate tali onde elettriche naturali. Un notevole numero di osservazioni sarebbe necessario per determinare se esista una relazione fra la direzione dei centri delle tempeste e la direzione di provenienza di queste onde elettriche naturali. Propongo di effettuare ulteriori ricerche su questo argomento.

Tengo a precisare che gli esperimenti descritti in questa nota furono effettuati durante un periodo di parecchi mesi e che, dato che gli altri risultati ottenuti a distanze maggiori coincidono in linea di massima con questi qui descritti, non ho creduto necessario riferirmi ad essi in modo particolare.

Devo anche ricordare che le prove a brevi distanze furono fatte su regioni praticamente pianeggianti mentre quelle a considerevoli distanze ebbero luogo su regioni collinose come quelle nell'ovest dell'Inghilterra e in alcuni casi parzialmente sul mare e parzialmente su terra.

PER IL PREMIO NOBEL[24]

Le scoperte relative alla propagazione delle onde elettriche a grande distanza e le applicazioni della telegrafia attraverso lo spazio, che mi hanno procurato l'alto onore di dividere il Premio Nobel per la Fisica, sono in gran parte la conseguenza le une dalle altre.

L'utilizzazione delle onde elettriche per le comunicazioni telegrafiche senza filo fra regioni della terra fra loro distanti, e le esperienze, che ho avuto la fortuna di poter svolgere su scala più vasta di quanto non sia ottenibile negli ordinari laboratori, hanno reso possibile di studiare fenomeni e di constatare risultati spesso nuovi ed inattesi.

Ritengo che molti fenomeni, che si presentano nella trasmissione di onde elettriche su grandi distanze, non abbiano ancora avuto una spiegazione soddisfacente, ed io mi propongo di esporvi in questa mia conferenza alcune osservazioni, che sembrano meritare l'attenzione degli studiosi di fisica.

---

[24] Letto innanzi alla Reale Accademia di Scienze di Stoccolma, l'11 dicembre 1909.

Nel tracciare brevemente la storia del mio contributo alla realizzazione della radiotelegrafia, debbo dire che non ho mai studiato in modo regolare la Fisica e l'Elettrotecnica, per quanto fin da ragazzo abbia nutrito il più vivo interesse per questi argomenti.

Ho, tuttavia, seguito un corso di conferenze sulla Fisica tenuto dal compianto prof. Rosa a Livorno e posso asserire di essermi tenuto diligentemente al corrente di tutte le pubblicazioni di quel tempo relative ad argomenti scientifici comprendenti lavori di Hertz, Branly e Righi.

Nella mia casa presso Bologna, in Italia, io intrapresi fin dal 1895 delle prove e delle esperienze volte a stabilire se fosse possibile trasmettere a distanza, per mezzo delle onde hertziane, segnali telegrafici e segni convenzionali senza ricorrere alla connessione per filo. Dopo alcune esperienze preliminari con le onde hertziane io mi convinsi rapidamente che, se fosse stato possibile trasmettere e ricevere in modo sicuro ed a distanze considerevoli queste onde o altre simili, si sarebbe realizzato un nuovo sistema di comunicazioni dotato di grandissimi vantaggi di fronte ai metodi a lampi di luce ed ottici, la cui pratica utilizzazione è tanto subordinata alle favorevoli condizioni atmosferiche.

Nelle mie prime prove ho adoperato un comune oscillatore di Hertz e, come rivelatore, un coesore di Branly; ma presto mi sono reso conto che il coesore di Branly

era troppo poco stabile e sicuro per un'utilizzazione veramente pratica.

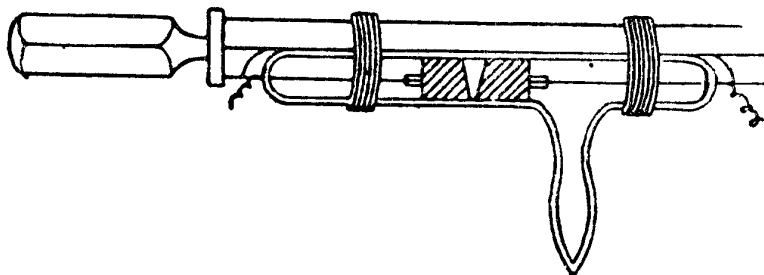



Fig. 1.

Dopo alcune esperienze scopersi che un coesore, costruito secondo lo schema rappresentato nella figura 1 e consistente in limatura di nickel e argento posta fra due tappi d'argento in un tubo, era notevolmente sensibile e sicuro. Questo perfezionamento e il fatto di aver inserito il coesore in un circuito accordato con la lunghezza di onda della radiazione trasmessa, mi permisero di aumentare gradualmente a circa un miglio la distanza alla quale potevo azionare il ricevitore.

Un altro espediente, oggi assai conosciuto, al quale ricorsi, consistette nell'inserire il coesore in un circuito con una cella voltaica e un sensibile relé telegrafico azionante un altro circuito che faceva funzionare un martelletto o un vibratore. Con un tasto Morse inserito in uno dei circuiti dell'oscillatore o trasmettitore era possibile emettere successioni brevi o lunghe di onde elettriche, che azionavano il ricevitore a distanza e per-

mettevano di riprodurre esattamente i segnali telegrafici trasmessi attraverso lo spazio dall'oscillatore.

Con tale apparecchio io potei telegrafare ad una distanza di circa mezzo miglio.

Alcuni ulteriori perfezionamenti vennero ottenuti utilizzando riflettori sia per i trasmettitori sia per i ricevitori. Come trasmettitore feci uso allora dell'oscillatore di Righi.

Dette modifiche permisero di inviare segnali in una direzione definita, ma si dimostrarono prive di effetto se grandi ostacoli o colline si trovavano per caso interposte tra trasmettitore e ricevitore.

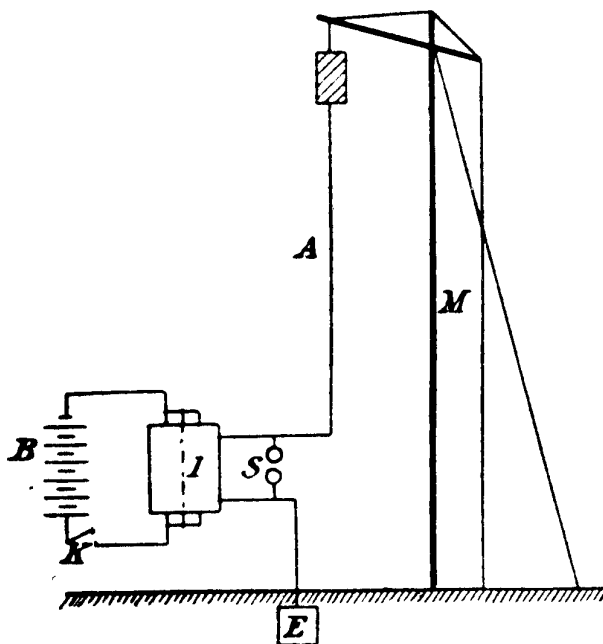



Fig. 2.

Nell'agosto 1895 scopersi un nuovo dispositivo che, non soltanto aumentò notevolmente la distanza alla quale potevo comunicare, ma sembrò anche rendere la trasmissione indipendente dagli effetti degli ostacoli interposti.

Nel nuovo circuito, uno dei terminali dell'oscillatore di Hertz o produttore di scintille era connesso alla terra e l'altro a un conduttore o ad una superficie capacitativa posta ad una certa altezza al disopra del terreno; anche al ricevitore uno dei terminali del coesore era connesso alla terra e l'altro ad un conduttore elevato (figure 2 e 3).

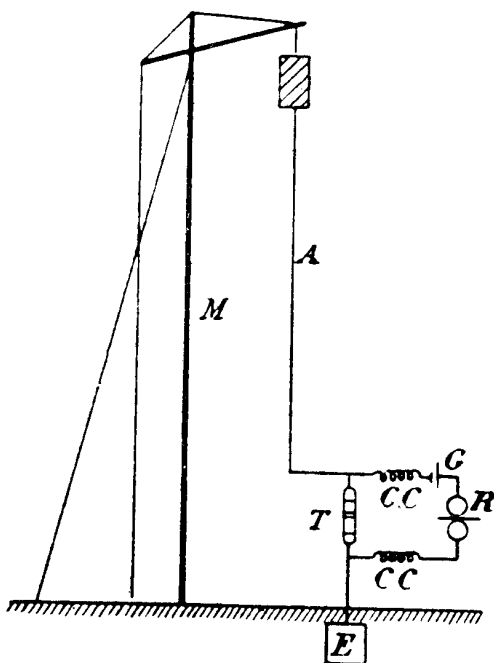



Fig. 3.

Cominciai poi a studiare la relazione fra la distanza alla quale il trasmettitore poteva azionare il ricevitore e l'altezza della superficie capacitativa al disopra del terreno; potei presto stabilire in modo certo che tanto più alte erano queste superfici o i conduttori, tanto più grande era la distanza massima alla quale potevo telegrafare.

Constatai così che, usando come conduttori elevati o superfici capacitative dei cubi di latta di circa cm. 30 di lato, posti su pali alti 2 metri, potevo ricevere i segnali a

circa 30 metri di distanza. Se ponevo invece i cubi a 4 metri di altezza ricevevo a circa 100 metri, se li ponevo a 8 metri ricevevo a 400 metri.

Con cubi più grandi di cm. 100 di lato posti ad un'altezza di 8 metri, si poterono trasmettere segnali a 2400 metri in tutte le direzioni[25].

Questi esperimenti furono continuati in Inghilterra, dove, nel settembre 1896, si coprì una distanza di miglia 1 e ¾ nel corso di esperienze effettuate a Salisbury per conto del Governo britannico. Nel marzo 1897 la portata della comunicazione fu aumentata a 4 miglia, e nel maggio dello stesso anno a 9. Alcuni messaggi registrati su strisce, trasmessi nel corso di queste esperienze e firmati dei funzionari del Governo britannico, che vi assistevano, sono qui esposti[26].

Per tutte queste prove veniva utilizzata energia elettrica di piccola potenza: la corrente ad alta tensione era infatti prodotta da un ordinario rocchetto di Ruhmkorff. I risultati ottenuti suscitarono il più vivo interessamento del pubblico, giudicandosi che le portate ottenute erano già degne di nota.

Come ho già spiegato, la caratteristica principale del mio sistema era quella dell'uso di superfici capacitative

---

[25] V. brevetto inglese Marconi n. 12,039, 2 giugno 1896.

[26] V.«Journal of the Electrical Engineers», London, 1899, vol. XXVIII, pag. 278.

elevate o antenne collegate ad uno dei terminali degli oscillatori di alta frequenza e dei ricevitori, essendo l'altro terminale collegato alla terra.

Il valore pratico di questa innovazione non fu compreso per un considerevole periodo di tempo da numerosi fisici[27] e i risultati da me ottenuti vennero erroneamente attribuiti all'accuratezza nei dettagli di costruzione del ricevitore e all'impiego di considerevoli quantità di energia.

Altri non trascurarono il fatto che un cambiamento radicale era stato introdotto portando queste capacità alte dal suolo e la terra a far parte degli oscillatori ad alta frequenza e dei ricevitori.

Il prof. Ascoli di Roma sviluppò sulla rivista «L'Elettricista» di Roma (fascicolo di agosto 1897) una teoria molto interessante sul funzionamento dei miei trasmettitori e ricevitori. In essa egli ha giustamente attribuito i risultati da me ottenuti all'uso di conduttori elevati o antenne.

A conclusioni simili giunse anche il prof. Slaby di Charlottenburg[28], dopo aver assistito alle mie esperienze in Inghilterra nel 1897.

---

[27] V. lettera di LODGE in «The Times», London, 22 giugno 1897.

[28] V. A. SLABY, *Die Funkentelegraphie*, Berlin, 1897, ed. Leonhard Simion e anche A. SLABY, *The New Telegraphy*, «The Century Magazine», aprile 1898, vol. 55, pag. 867.

Molti scrittori di cose tecniche hanno asserito che una capacità posta alla sommità di un filo verticale non è necessaria.

Questo è vero se la lunghezza o altezza del conduttore è sufficiente, ma poichè questa altezza può essere resa assai minore per una data distanza se si utilizza una superficie capacitativa, è più economico ricorrere a queste capacità, che ora consistono generalmente in un certo numero di fili conduttori tesi dalla sommità del conduttore verticale.

Talvolta è stata anche messa in dubbio l'utilità o la necessità della connessione di terra; io ritengo che sia impossibile realizzare un sistema pratico di telegrafia senza fili se gli strumenti non sono connessi alla terra.

Con le parole «connessi alla terra» io non intendo necessariamente una ordinaria connessione metallica come si usa per gli ordinari telegrafi con filo.

Il filo di terra può essere in serie con un condensatore o può essere connesso ad una superficie capacitativa posta in vicinanza della terra (fig. 4).

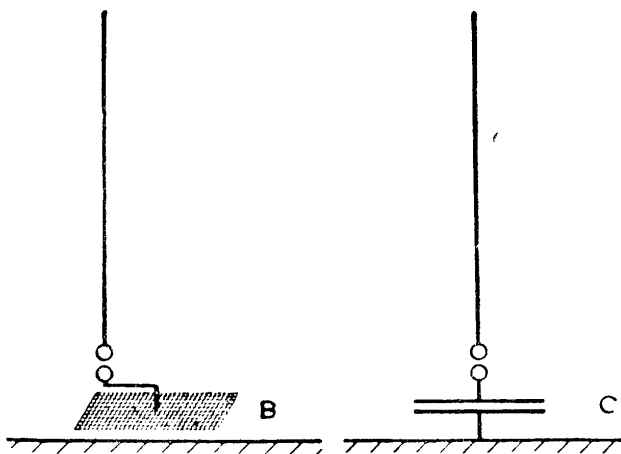



Fig. 4.

Oggi è a tutti noto che un condensatore, se sufficientemente grande, non impedisce il passaggio delle oscillazioni di alta frequenza; di conseguenza in questi casi la terra è praticamente connessa all'antenna.

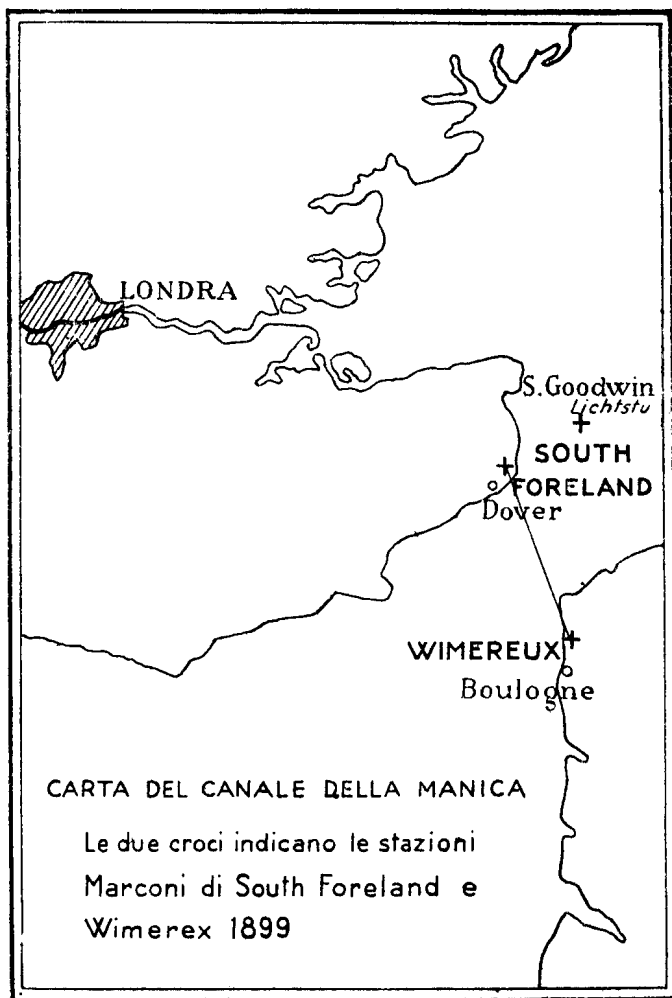



Fig. 5.

Dopo numerose prove e dimostrazioni in Italia ed in Inghilterra su distanze varie fino ad un massimo di 40 miglia, fu stabilito per la prima volta nel marzo 1899

una comunicazione fra l'Inghilterra e la Francia attraverso il canale della Manica[29] (fig. 5).

Dal principio del 1898 io avevo praticamente abbandonato il circuito rappresentato nella figura 2 ed invece di connettere il coesore o rivelatore direttamente all'aereo e alla terra io lo connettevo agli estremi del secondario di un adatto trasformatore di oscillazioni contenente un condensatore ed accordato sul periodo delle onde elettriche ricevute. Il primario di questo trasformatore di oscillazioni era connesso al filo verticale ed alla terra (fig. 6).

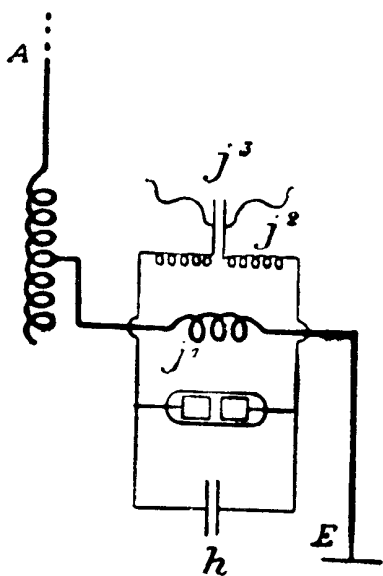



Fig. 6.

Tale disposizione permetteva di ottenere un certo grado di sintonia, poichè variando il periodo di oscillazione dell'antenna trasmittente era possibile inviare messaggi ad un ricevitore accordato senza interferire con altri diversamente sintonizzati[30].

---

[29] «Journal of the Institution of Electrical Engineers», 1899, London, vol. XXVIII, pag. 291.

[30] V. Brevetto inglese n. 12,326 del 1° giugno 1898: v. anche n. 6,982 del 1° aprile 1899.

Come oggi è a tutti noto, un trasmettitore consistente in un conduttore verticale, che si scarica attraverso ad uno spinterometro, non costituisce un oscillatore molto persistente e la radiazione che esso produce risulta considerevolmente smorzata. La sua capacità elettrica è comparativamente così piccola e la sua idoneità a irradiare energia così grande che le oscillazioni diminuiscono e si smorzano rapidamente. In questo caso i ricevitori o risuonatori di periodo o tono sensibilmente diverso possono facilmente ricevere i segnali da esso trasmessi.

Al principio del 1899 io fui in condizione di aumentare gli effetti di risonanza ottenibili, aumentando la capacità dei conduttori verticali col tendere vicino ad essi dei conduttori messi a terra ed inserendo in serie con gli aerei delle adatte bobine di induttanza[31].

Con questi mezzi venne aumentata la capacità dell'aereo di immagazzinare energia, mentre ne veniva diminuito il potere di irradiazione, con il risultato che l'energia messa in giuoco dalla scarica veniva a formare un treno o una successione di oscillazioni debolmente smorzate. La figura 7 mostra una variante di questo schema, grazie alla quale si ottennero eccellenti risultati.

---

[31] A. Blondel e G. Ferrie, *État actuel et progrès de la télégraphie sans fil*, letto al Congrès International d'Electricité, Paris, 1900 e anche «Journal of the Society of Art», 1901, vol. XLIX, pag. 509.

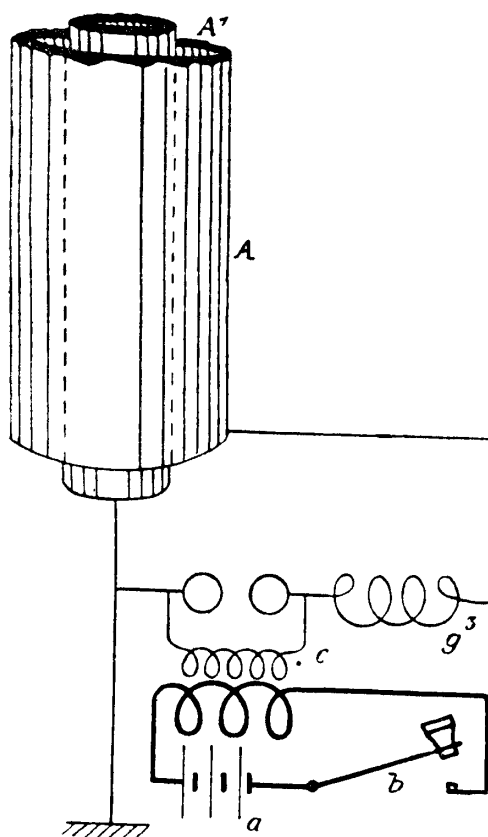



Fig. 7.

Nel 1900 costruii e brevettai un sistema completo di trasmettitori e ricevitori che consistevano come al solito di superfici capacitative poste ad elevate connessioni dalla terra, ma queste erano accoppiate induttivamente ad un circuito oscillante comprendente un condensatore, un'induttanza e uno spinterometro o un rivelatore. Per il

buon rendimento di questi sistemi trovai necessario che i periodi dell'oscillazione elettrica del conduttore verticale fossero in accordo o risonanza con quelli del circuito del condensatore e che i due circuiti del ricevitore fossero in risonanza elettrica con quelli del trasmettitore[32]. (Fig. 8).

I circuiti comprendenti il circuito oscillante e quello irradiante erano più o meno strettamente «accoppiati» col variare la distanza fra loro. Regolando l'induttanza inserita nel circuito del conduttore verticale e variando la capacità del circuito del condensatore i due circuiti erano messi in risonanza; condizione, questa, essenziale, come ho già detto, per ottenere una efficiente irradiazione.

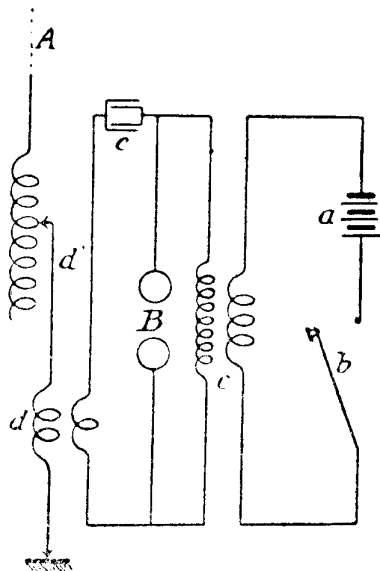



Fig. 8.

Parte del mio lavoro riguardante l'utilizzazione dei circuiti con condensatori accoppiati ad antenne irradianti fu svolta contemporaneamente ai lavori intrapresi dal

---

[32] V. Brevetto inglese n. 7,777 del 26 aprile 1900, e anche «Journal of the Society of Art», vol. XIX, 17 maggio 1901, pag. 510-511.

prof. Braun, senza, tuttavia, che ciascuno di noi fosse al corrente di quanto fatto contemporaneamente dall'altro.

Un ricevitore sintonico è già stato mostrato nella figura 6; esso consiste in un conduttore verticale o antenna connesso alla terra attraverso il primario di un trasformatore di oscillazioni nel cui circuito secondario sono inseriti un condensatore ed un rivelatore. È necessario che il circuito d'aereo e quello del rivelatore siano in risonanza elettrica l'uno con l'altro ed anche in sintonia con il periodo delle onde elettriche trasmesse dalla stazione emittente.

È stato in questo modo possibile utilizzare onde elettriche di basso decremento e mettere in condizione il ricevitore di integrare l'effetto di oscillazioni comparativamente deboli ma opportunamente regolate, così come, in acustica, due diapason possono influenzarsi l'un l'altro a piccole distanze se sono accordati sullo stesso periodo di vibrazione.

Come è schematizzato nelle figure 9 e 10 è anche possibile di accoppiare ad un unico conduttore emittente parecchi trasmettitori differentemente accordati e ad un'unica antenna ricevente un numero corrispondente di ricevitori, sempre che ciascun ricevitore risponda soltanto alle radiazioni del trasmettitore con cui è in risonanza[33].

---

[33] V. lettera del prof. FLEMING nel «The Times», London, 4 ottobre 1900.

Al momento (dodici anni or sono) in cui fu stabilita la prima comunicazione radiotelegrafica fra l'Inghilterra e la Francia molto si discusse e si dissertò sulla possibilità o meno di utilizzare la telegrafia senza filo su distanze molto maggiori di quelle allora coperte e, in generale, prevalse l'opinione che la curvatura della terra avrebbe costituito un ostacolo insormontabile per le trasmissioni a lunga distanza, così come lo costituisce per i sistemi di telegrafia ottica a grande distanza.

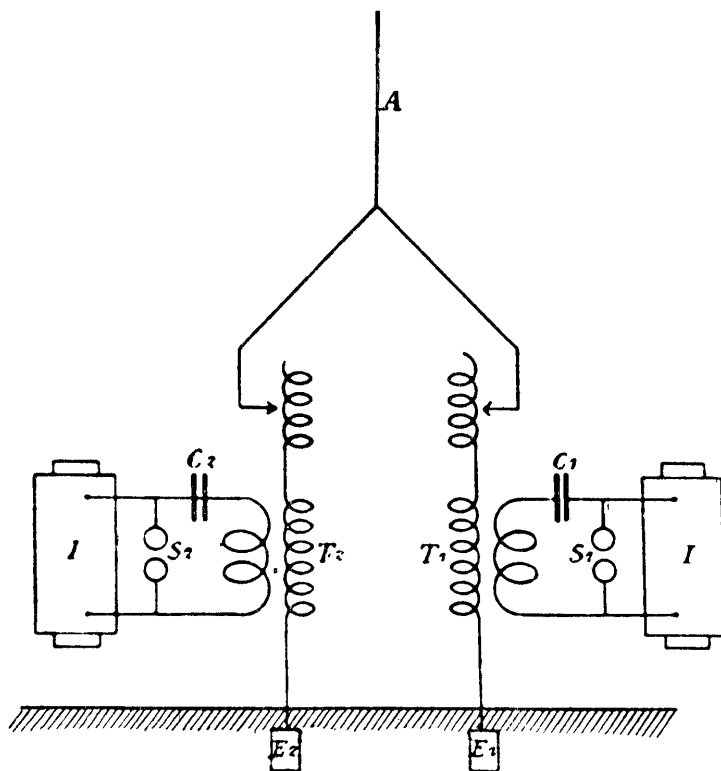



Fig. 9.

Furono previste anche altre difficoltà inerenti al controllo delle considerevoli quantità di energia da utilizzarsi necessariamente per le trasmissioni a grandi distanze.

Accadde per la radiotelegrafia quello che spesso accade nelle ricerche dei pionieri: gli ostacoli e le difficol-

tà previste si dimostrarono o puramente immaginarie o facilmente sormontabili.

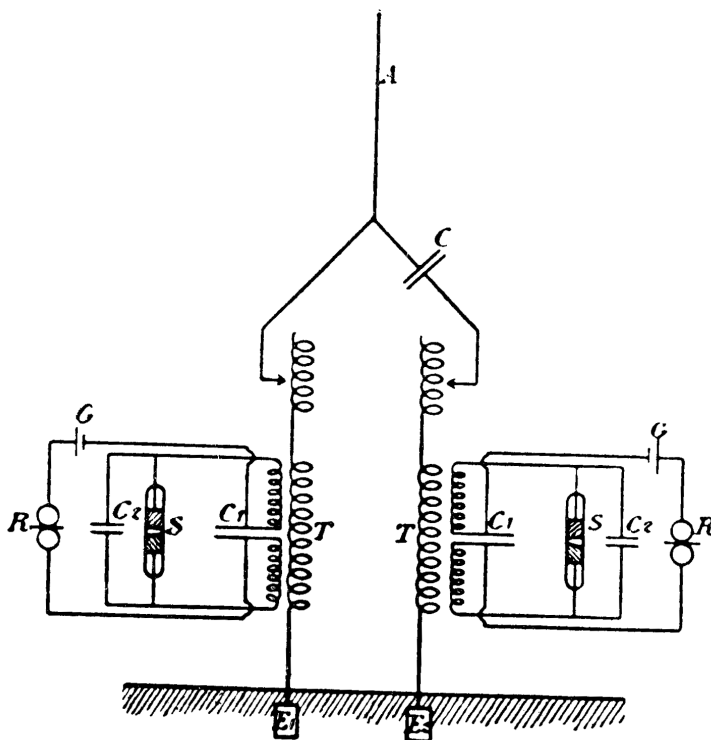



Fig. 10.

Si manifestarono invece altre inattese difficoltà, ed il recente lavoro è stato principalmente dedicato appunto alla soluzione di problemi inaspettati del tutto nel momento in cui si tentò di effettuare collegamenti a grande distanza.

Per quanto concerne il presunto ostacolo della curvatura della terra, io sono d'avviso che coloro che hanno visto nella forma del nostro pianeta una causa di difficoltà per le radiotrasmissioni non hanno tenuto sufficiente conto del fatto che le connessioni con la terra, sia del trasmettitore sia del ricevitore, generano degli effetti di conduzione a quel tempo non tenuti in giusto valore.

Per lungo tempo parve agli studiosi di fisica che le comunicazioni radiotelegrafiche fossero solamente dovute all'effetto della libera radiazione hertziana attraverso lo spazio, e passarono molti anni prima che fosse preso in considerazione ed esaurientemente discusso il probabile effetto della conduttività terrestre fra le stazioni.

Lord Rayleigh nel riferire intorno alla telegrafia transatlantica scriveva nel maggio 1903: «Il considerevole successo di Marconi nelle trasmissioni di segnali attraverso l'Atlantico suggerisce l'idea che la curvatura o diffrazione delle onde attorno alla terra sia superiore a quella prevista e ciò conferisce molto interesse al problema teoretico»[34].

Il prof. J. A. Fleming nel suo libro *The Principles of Electric wave Telegraphy*[35] fornisce i diagrammi di quella che si ritiene oggi la rappresentazione schematica del distacco di mezzi-anelli di linee di forze elettriche

---

[34] V. «Proceedings of the Royal Society», vol. 72, 28 maggio 1903.

[35] V. pag. 348 (pubblicato da Longmans, Green e Co., London, 1906).

da un semplice conduttore verticale (fig. 11). Come si può facilmente constatare, queste onde non si propagano come libere irradiazioni da un classico oscillatore hertziano, ma scivolano sulla superficie della terra.

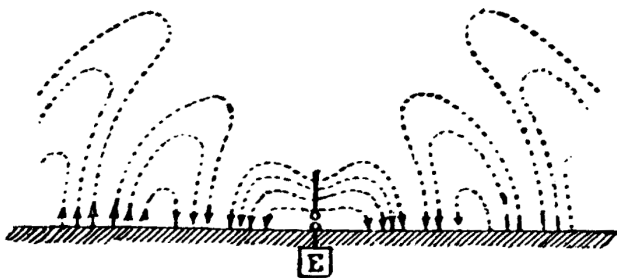



Fig. 11.

Nell'opera citata il prof. Fleming aggiunge ancora: «L'opinione che scegliamo è che le estremità dei semi–anelli di forza elettrica, che terminano perpendicolarmente sulla terra, non possono scorrere sulla superficie di questa se, nell'interno della terra, non vi sono movimenti di elettroni corrispondenti ai movimenti delle onde al disopra di essa. Dal punto di vista della teoria elettronica dell'elettricità ogni linea di forza elettrica nell'etere deve essere una linea chiusa o deve terminarsi alle estremità con elettroni di segno opposto. Se l'estremità di una linea di forza fa capo sulla superficie della terra e su di essa si sposta, vi deve essere da atomo ad atomo uno scambio di elettroni, o un movimento di elettroni in essa. Abbiamo molte ragioni per concludere che i corpi che chiamiamo conduttori sono quelli nei quali

gli elettroni possono muoversi liberamente. Quindi i movimenti dei semi-anelli, di forza elettrica che si allontanano da un oscillatore messo a terra o da un'antenna Marconi, sono ostacolati dalla cattiva conducibilità sulla superficie della terra e facilitati sulla superficie di un buon elettrolita come l'acqua del mare».

Il prof. Zenneck[36] ha accuratamente esaminato gli effetti delle antenne trasmittenti e riceventi messe a terra, e ha cercato di dimostrare matematicamente che quando le linee di forza elettrica, costituenti un fronte d'onda, scorrono su una superficie di basso potere induttivo specifico, come la terra, esse si inclinano in avanti, poichè le loro estremità più basse vengono ritardate dalla resistenza del conduttore al quale sono attaccate.

Sembra quindi accertato che la telegrafia senza fili, come essa è attualmente realizzata, dipenda, nel suo funzionamento a grandi distanze, dalla conduttività della terra, e che la differenza di conduttività fra la superficie del mare e quella della terraferma sia sufficiente a spiegare perchè, con la stessa quantità di energia in giuoco, si ottengano comunicazioni su distanze maggiori sul mare che non sulla terraferma.

Nel 1902 io intrapresi alcune esperienze a Poole in Inghilterra, fra una stazione costiera ed una nave allo scopo di raccogliere dati precisi su tale questione ed ebbi modo di notare che, a distanze eguali, si constatava

[36] V. J. SENNECK, «Annalen der Physik», 23, 5, pag. 846, settembre 1908; «Phys. Zeitschrift», n. 2, pag. 50; n. 17, pag. 553.

una percettibile diminuzione dell'energia delle onde ricevute se fra la nave e la stazione costiera veniva a trovarsi interposta una bassa lingua di sabbia larga circa un chilometro.

Ritengo quindi che abbia un qualche fondamento il principio, così spesso criticato, che esposi nel mio primo brevetto inglese del 2 giugno 1896, in base al quale per effettuare trasmissioni attraverso la terra o l'acqua io collegavo un'estremità del trasmettitore ed una del ricevitore alla terra.

Nel gennaio 1901 furono eseguiti con successo esperimenti fra due punti della costa meridionale dell'Inghilterra distanti 186 miglia l'uno dall'altro, fra Punta S. Caterina nell'Isola di Wight e il Lizard in Cornovaglia[37]. (Fig. 12).

L'altezza totale delle due stazioni sul livello del mare non superava i 100 metri mentre per superare la curvatura della terra sarebbero stati necessari più di 1600 metri di altezza a ciascuno degli estremi.

I risultati ottenuti con queste esperienze, che a quel tempo costituirono un primato di distanza, parvero indicare che le onde elettriche, prodotte col sistema da me adottato, avrebbero molto probabilmente potuto seguire, nel loro percorso, la curvatura della terra; e quindi anche per distanze grandissime, come quelle che separano l'America dall'Europa, la curvatura della terra non avrebbe

[37] V. «Journal of the Society of Arts», London, vol. XLIX, pag. 512, 1901.

costituito una barriera insormontabile per l'estensione della telegrafia attraverso lo spazio.

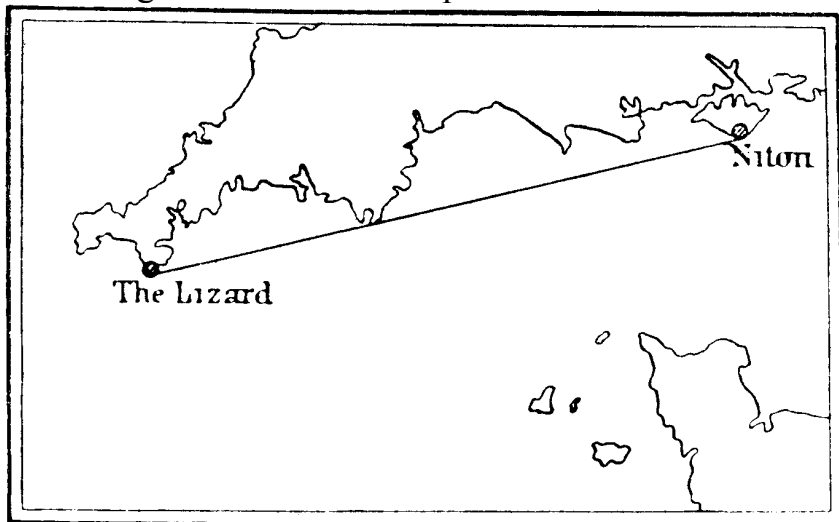



Fig. 12.

Il convincimento che la curvatura della terra non potesse arrestare la propagazione delle onde e il successo ottenuto con i metodi di sintonizzazione per prevenire la mutua interferenza, mi spinsero a decidere, nel 1900, di intraprendere prove sperimentali per determinare se fosse possibile o meno ricevere onde elettriche a distanza di circa 4000 chilometri; tali esperienze, se favorevoli, avrebbero fornito immediatamente la prova della possibilità di stabilire comunicazioni telegrafiche senza fili fra l'Europa e l'America.

L'esperienza aveva, a mio avviso, grande importanza dal punto di vista scientifico ed io ero convinto che la

scoperta della possibilità di trasmettere onde elettriche attraverso l'Oceano Atlantico e la conoscenza precisa delle reali condizioni nelle quali poteva funzionare la telegrafia senza fili su tali distanze, avrebbero certamente molto contribuito ad una più completa conoscenza dei fenomeni inerenti alle trasmissioni senza filo.

Il trasmettitore impiantato a Poldhu, sulla costa della Cornovaglia, era sostanzialmente simile a quello di cui ho già parlato, ma realizzato, in scala molto superiore a tutti quelli fino allora realizzati[38].

L'impianto generatore di energia aveva una potenza di circa kw. 25.

Numerose furono le difficoltà che si dovettero risolvere per poter generare e controllare per le prime volte oscillazioni elettriche di tale potenza.

Per molta parte del lavoro io ebbi valida assistenza dal professore J. A. Fleming, dal sig. R. N. Vyvyan e dal sig. W. S. Entwistle.

Nel corso delle mie precedenti esperienze io avevo avuto modo di convincermi che, per cercare di aumentare la distanza delle comunicazioni, non fosse sufficiente limitarsi ad aumentare la potenza della energia elettrica del trasmettitore, ma occorresse anche aumentare la superficie o l'altezza delle antenne del trasmettitore e del ricevitore.

---

[38] Royal Institution of Great Britain, Lecture di G. Marconi, 13 giugno 1902.

Poichè sarebbe stato troppo costoso adoperare conduttori verticali di grande altezza, io decisi di aumentarne il numero e le capacità, il che probabilmente avrebbe reso possibile la buona utilizzazione di considerevoli quantità di energia.

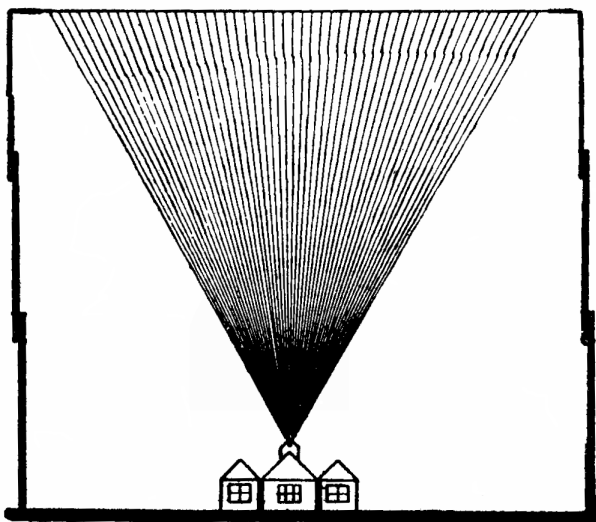



Fig. 13.

La figura 13 mostra la sistemazione dell'antenna trasmittente a Poldhu; essa consisteva in una serie di conduttori disposti a ventaglio, sostenuti da una draglia isolata tesa fra due alberi alti solo 40 metri e distanti 60 metri l'uno dall'altro. Questi conduttori erano riuniti assieme alle loro estremità inferiori ed erano connessi all'apparato trasmittente istallato in un edificio.

A scopo di prova era stata anche eretta a Capo Cod, presso New York una potente stazione, ma i lavori di finitura di essa furono ritardati da un uragano che distrusse alberi ed antenne.

Decisi, di conseguenza, di cercare di intraprendere l'esperienza utilizzando una stazione ricevente installata provvisoriamente a S. Giovanni nel Newfoundland, ove mi recai con due assistenti verso la fine del novembre 1901.

Le prove ebbero inizio al principio del mese di dicembre dello stesso anno e il giorno 12 per la prima volta furono distintamente ricevuti a S. Giovanni i segnali trasmessi dall'Inghilterra. Esperienze di controllo furono eseguite nel febbraio 1902 fra Poldhu e una stazione ricevente installata sul piroscafo *Philadelphia* dell'American Line. A bordo di questa nave furono ricevuti messaggi leggibili per mezzo di un apparato registratore fino a una distanza di 1551 miglia e segnali di prova fino a una distanza di 2099 miglia da Poldhu (fig. 14).

Come si può controllare dai campioni qui presentati, le zone telegrafiche ottenute sul *Philadelphia* a varie distanze dal trasmettitore furono tutte oltremodo chiare e distinte.

Questi risultati, per quanto ottenuti con apparecchi imperfetti, furono sufficienti a convincere me ed i miei collaboratori che, utilizzando stazioni permanenti e di sufficiente potenza, sarebbe stato possibile trasmettere

messaggi attraverso l'Oceano così com'era stato possibile trasmetterli su più piccole distanze.

L'ostilità di una Compagnia di cavi che vantava in quella colonia tutti i diritti sulla telegrafia sia senza fili, sia in altra qualsiasi forma, c'impedì di continuare le prove in Newfoundland.

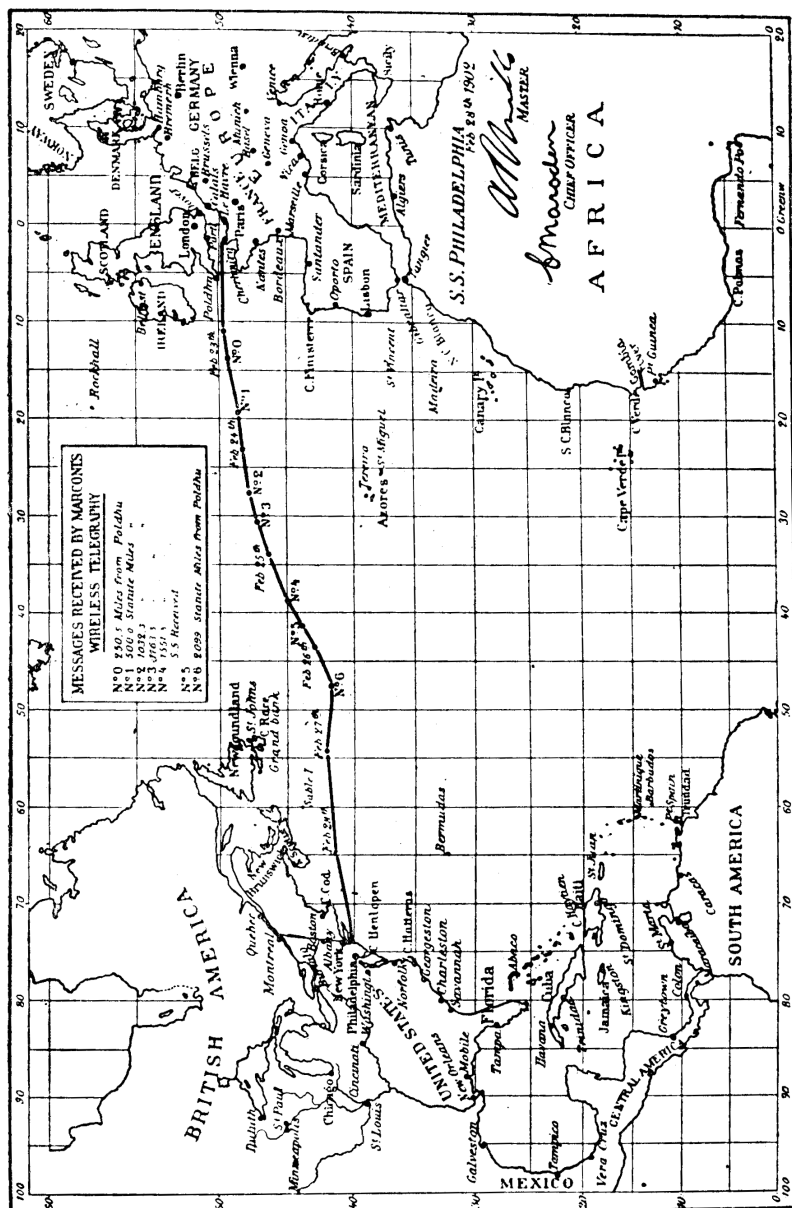



Fig. 14. – Facsimile del rapporto del primo ufficiale del piroscafo *Filadelfia*.

Un risultato d'interesse scientifico, che io per primo constatai nel corso delle esperienze a bordo del piroscafo *Philadelphia*, e che costituisce un elemento molto importante nella radiotelegrafia a grande distanza, fu l'effetto molto marcato e dannoso della luce del giorno sulla propagazione delle onde elettriche a grande distanza. La portata delle onde durante la notte risultò più che doppia di quella ottenuta durante il giorno[39].

Ritengo che questo fenomeno non sia ancora stato sufficientemente studiato e spiegato. Quando intrapresi le esperienze io ritenevo che il fenomeno fosse dovuto a perdite di energia al trasmettitore, causate dalla diselettrificazione dell'antenna, fortemente caricata, sotto l'azione della luce solare.

Oggi io sono incline a pensare che l'assorbimento delle onde elettriche durante le ore del giorno sia dovuto agli elettroni diffusi nello spazio dal sole, e che se, secondo l'ipotesi del prof. Arrhenius, questi elettroni cadono continuamente come una pioggia sulla terra, quella parte dell'atmosfera terrestre esposta verso il sole contiene più elettroni che non la parte opposta e può quindi essere meno trasparente alle onde elettriche.

In un suo interessante articolo pubblicato nel «Philosophical Magazine» Sir J. J. Thomson, ha dimostrato

[39] G. Marconi, *A Note on the effects of Daylight upon the propagation of Electromagnetic Impulses*. «Proceedings of the Royal Society», vol. 70, 12 giugno 1902.

che se degli elettroni sono diffusi in uno spazio attraversato da onde elettriche, queste tenderanno a spingere gli elettroni nella direzione dell'onda e assorbiranno quindi parte dell'energia dell'onda stessa. Quindi, come il prof. Fleming ha dimostrato nelle sue conferenze di Cantor tenute alla Society of Arts, un mezzo in cui siano diffusi elettroni o ioni si comporta nei riguardi di onde elettriche lunghe come leggermente opaco[40].

Apparentemente la lunghezza dell'onda e l'ampiezza delle oscillazioni elettriche hanno molta importanza in questo interessante fenomeno, poichè le onde lunghe e le piccole ampiezze di oscillazione risultano molto meno soggette agli effetti della luce solare di quanto non lo siano le onde corte e le grandi ampiezze di oscillazione.

Secondo il prof. Fleming[41] gli effetti della luce diurna dovrebbero essere più sensibili sulle onde lunghe, ma tale affermazione non concorda coi risultati delle mie esperienze. Al contrario, nel corso di recentissime esperienze, per le quali furono utilizzate onde di circa 8000 metri, l'energia ricevuta durante il giorno fu generalmente superiore a quella ricevuta di notte.

Resta in ogni caso il fatto che la chiara luce solare ed il cielo azzurro trasparente alla luce, si comportano

---

[40] Sir J. J. THOMSON, *On some consequences*, «Philosophical Magazine», agosto 1902, serie 6ª, vol. 4, pag. 253.

[41] Prof. J. A. FLEMING, *The principles of Electric Ware Telegraphy*, pag. 618, London, 1906.

come una specie di nebbia nei riguardi delle onde relativamente corte, del tipo di quelle utilizzate per le comunicazioni tra le navi. Le condizioni atmosferiche generalmente dominanti in Inghilterra, e probabilmente anche in questo Paese, debbono quindi essere considerate come generalmente adatte alla radiotelegrafia.

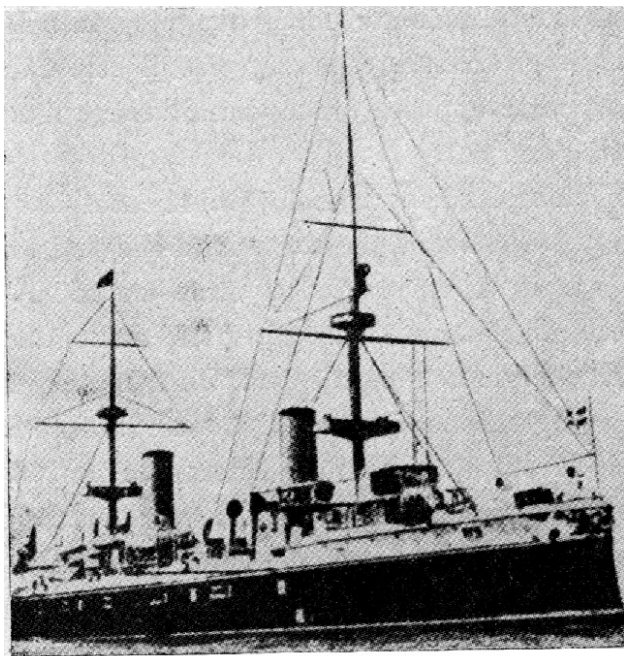



Fig. 15.

Nel corso del 1902 io intrapresi ulteriori esperienze fra la stazione di Poldhu ed una stazione ricevente montata sull'incrociatore italiano *Carlo Alberto*, cortesemen-

te messo a mia disposizione da S. M. il Re d'Italia[42]. (Fig. 15).

Svolgendo questi esperimenti constatai un fatto interessante: anche se si utilizzavano onde corte di circa 1000 piedi, le catene di montagne interposte sul loro percorso, come le Alpi od i Pirenei, non producevano, durante la notte, alcuna diminuzione considerevole sulla portata delle comunicazioni. Durante il giorno, anche utilizzando onde molto più lunghe e potenze maggiori, la portata apparente del trasmettitore era notevolmente ridotta dalla presenza di montagne interposte.

[42] V. «Rivista Marittima», Roma, ottobre 1902.

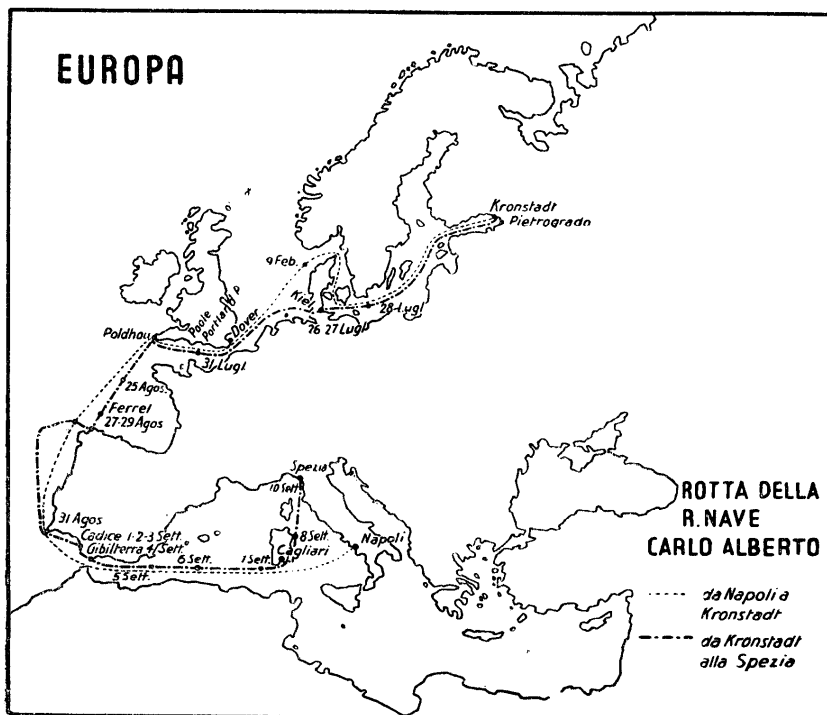



Fig. 16.

Messaggi e telegrammi stampa di considerevole lunghezza furono ricevuti da Poldhu a bordo della nave nelle varie posizioni della nave segnate sulla carta, che qui riproduciamo, e che è una copia di quella allegata al rapporto ufficiale concernente questi esperimenti (fig. 16).

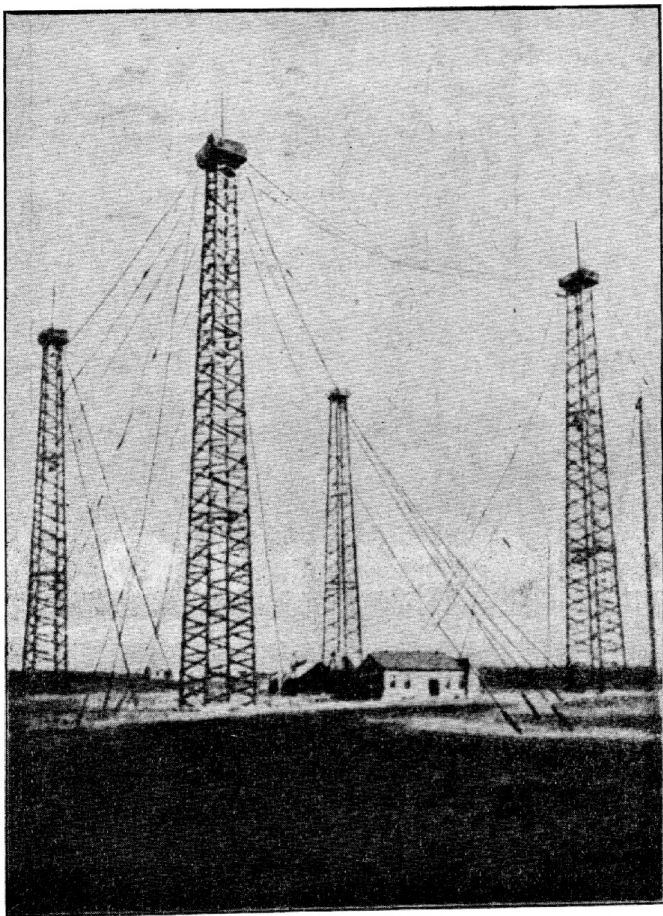



Fig. 17.

Grazie all'attivo incoraggiamento ed all'assistenza finanziaria del Governo canadese, fu possibile costruire a Glace Bay in Nuova Scozia una stazione di grande potenza, destinata a mettermi in condizione di continuare

le mie prove a grande distanza allo scopo di stabilire, su basi commerciali, una comunicazione radiotelegrafica fra l'Inghilterra e l'America[43].

Nella notte del 16 dicembre 1902 furono scambiati i primi messaggi ufficiali (fig. 17 e 18) tra le stazioni di Poldhu e di Glace Bay.

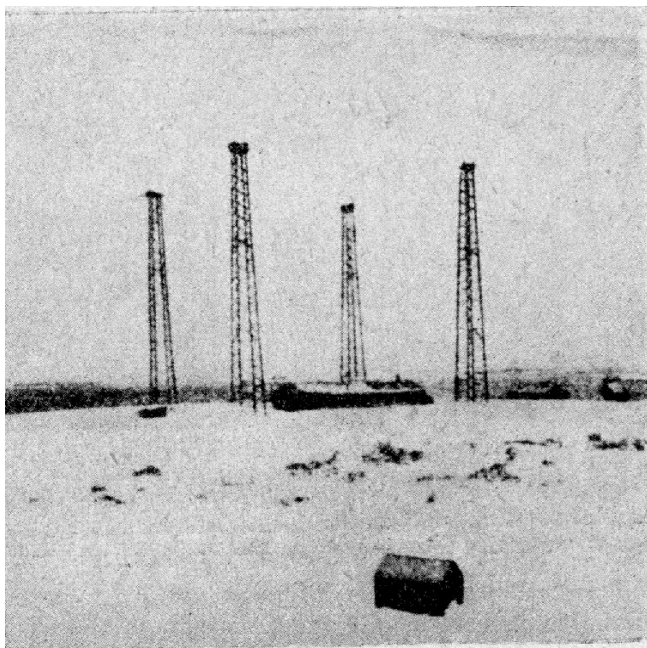



Fig. 18.

Poco dipoi furono intraprese ulteriori prove con un'altra stazione di grande portata, installata a Capo Cod, ne-

---

[43] V. Discorso letto innanzi alla Royal Institution of Great Britain da G. Marconi, 13 marzo 1905.

gli Stati Uniti d'America. In condizioni favorevoli fu con essa possibile trasmettere messaggi a Poldhu, ad una distanza di 3000 miglia, impiegando soltanto circa 10 KW di energia elettrica.

Nella primavera del 1903 fu tentata la trasmissione radiotelegrafica di telegrammi stampa dall'America all'Europa, e per un certo tempo, alla fine di marzo ed al principio di aprile, il «Times» di Londra pubblicò notizie telegrafiche trasmesse dal corrispondente di New York attraverso l'Atlantico senza il sussidio dei cavi.

Un guasto all'isolamento degli apparecchi di Glace Bay rese tuttavia necessario sospendere il servizio e, sfortunatamente, ulteriori incidenti resero incerta e malsicura la trasmissione dei messaggi.

Forte dei risultati di queste esperienze e di altre, che intrapresi, per conto del Governo britannico, fra l'Inghilterra e Gibilterra, io potei erigere una nuova stazione a Clifden in Irlanda, ingrandire quella di Glace Bay nel Canadà, ed iniziare, nell'ottobre 1907, comunicazioni a scopo commerciale, attraverso l'Atlantico, tra l'Inghilterra e il Canadà.

Benchè fossi stato costretto a mettere in funzione le stazioni di Clifden e di Glace Bay prima del loro definitivo completamento, le comunicazioni radiotelegrafiche attraverso l'Atlantico non ebbero a soffrire alcuna seria interruzione durante circa due anni fino a quando, cioè, nell'autunno di quest'anno, un incendio a Glace Bay costrinse a sospendere il servizio per tre o quattro mesi.

Questa sospensione, d'altronde, non è forse stata soltanto ed interamente un danno, poichè essa mi ha offerto l'opportunità di procedere all'installazione di macchine più efficienti e moderne.

Le disposizioni degli aerei, da me esperimentati durante le mie prove a grandi distanze, sono illustrate nelle

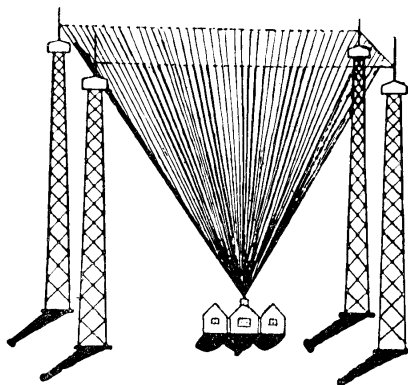
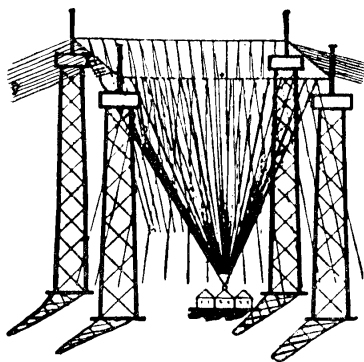



Fig. 19. Fig. 20.

figure 19, 20 e 21[44]. L'aereo illustrato nella figura 21 consisteva in una parte pressochè verticale al centro, di 220 piedi di altezza, sostenuta da quattro torri e connessa alla sommità a 200 conduttori pressochè orizzontali lunghi 1000 piedi ciascuno, tesi radialmente tutt'attorno, e sostenuti, ad un'altezza di 180 piedi da terra, da un cerchio interno di 8 e da un cerchio esterno di 16 piloni. Il periodo naturale di oscillazione di questo sistema di aereo corrisponde ad una lunghezza d'onda di 12.000

[44] Vedi anche la conferenza tenuta da G. Marconi al Reale Istituto di Gran Bretagna, il 13 marzo 1908.

piedi. Nel 1905 furono eseguite esperienze con questo dispositivo e con una lunghezza d'onda di 12.000 piedi ed i segnali trasmessi furono ricevuti, sia pure assai debolmente, attraverso l'Atlantico sia di giorno sia di notte.

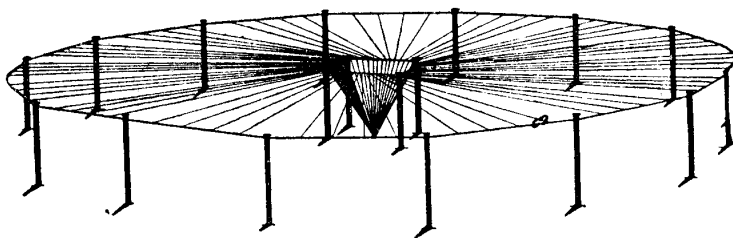



Fig. 21.

Il sistema di aereo che finii con adottare per le stazioni di grande portata in Inghilterra ed al Canadà è illustrato nella figura 22. Questo dispositivo non rende soltanto possibile di irradiare in modo efficiente e di ricevere onde di qualsiasi lunghezza, ma tende anche a concentrare la parte più importante della radiazione in una data direzione. La limitazione della trasmissione in una data direzione non è molto esattamente definita, ma i risultati ottenuti con questo tipo di aereo sono in orni caso straordinariamente utili.

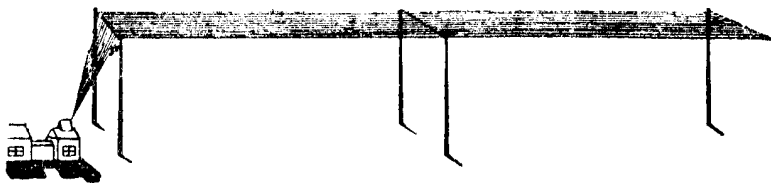



Fig. 22.

Vari suggerimenti circa i metodi per limitare la direzione di irradiamento sono stati esposti da numerosi studiosi: fra questi più degni di nota sono quelli del prof. F. Braun, del prof. Artom e dei signori Bellini e Tosi.

In una comunicazione letta alla Royal Society di Londra nel marzo 1906[45] io dimostrai come fosse possibile, per mezzo di aerei orizzontali, di concentrare le radiazioni emesse principalmente nella direzione del piano verticale, passante per la loro estremità posta a terra. In modo simile è possibile individuare la direzione di una stazione emittente.

I circuiti trasmittenti delle stazioni a grande portata sono costituiti secondo un sistema relativamente recente di generazione di oscillazioni continue o leggermente smorzate, sistema intorno al quale ho avuto occasione di parlare in una conferenza alla Royal Institution of Great Britain il 13 marzo 1908.

---

[45] *On methods whereby the radiation of electric Waves may be mainly confined* ecc. «Proceedings of the Royal Society», A, vol. 77, 1906.

Un disco metallico isolato A (fig. 23) viene fatto ruotare ad alta velocità per mezzo di un motore elettrico o di una turbina a vapore. Adiacenti a questo disco, che chiamerò centrale, sono posti altri due dischi, C' e C", anch'essi rotanti che chiamerò dischi polari. Questi dischi polari hanno le loro periferie molto avvicinate alla superficie o ai bordi del disco centrale. I due dischi polari sono connessi mediante contatti striscianti alle estremità esterne di due condensatori K, collegati in serie, che a loro volta sono connessi per mezzo di due adatte spazzole ai terminali di un generatore, che può essere un generatore di corrente continua ad alta tensione.

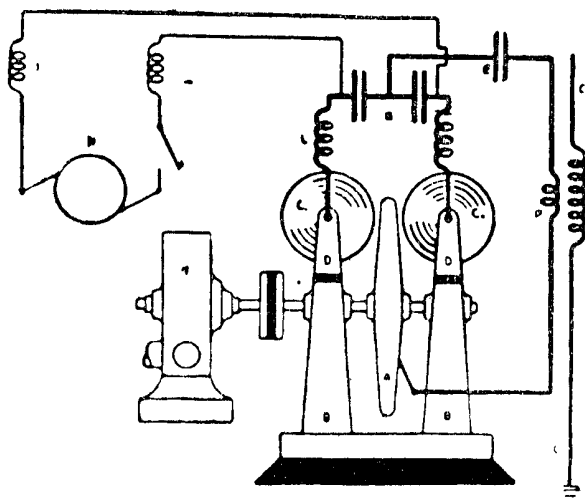



Fig. 23.

Sul disco centrale poggia una spazzola o un contatto a frizione, e fra questo contatto e il punto di mezzo dei

due condensatori è inserito un circuito oscillante, costituito da un condensatore E in serie con una induttanza, connessa a sua volta, per induzione, all'antenna irradiante.

L'apparecchio funziona probabilmente nella seguente maniera; il generatore carica il doppio condensatore, rendendo positivo il potenziale di C' e negativo quello di C". Quando il potenziale è sufficientemente alto si produce una scarica attraverso uno degli spazi d'aria fra i dischi, cioè tra C' ed A. Allora, attraverso l'induttanza F viene a caricarsi il condensatore E e le oscillazioni s'innescano nel circuito. Nella fase di ritorno la carica passerà da A a C", il cui potenziale è di segno contrario a quello di A, mentre la resistenza dielettrica fra C' ed A viene ristabilita dalla rapida rotazione del disco, che scaccia l'aria ionizzata. Il condensatore E si scarica e si ricarica quindi alternativamente in direzioni opposte, e il fenomeno continua fino a tanto che il generatore H fornisce energia ai condensatori K.

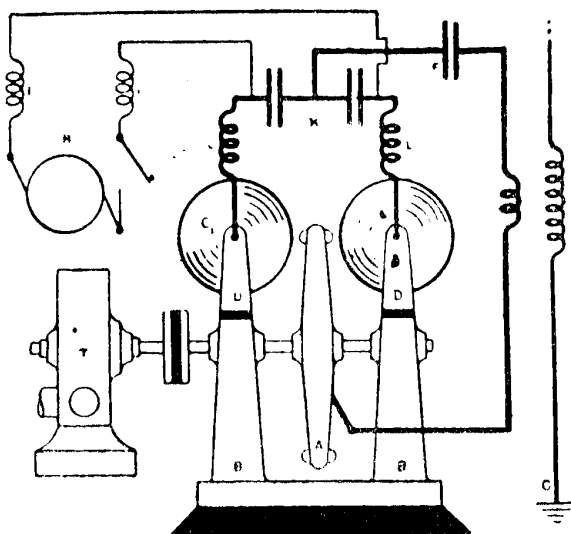



Fig. 24.

È evidente che le cariche fra C' e C" ed A non sono mai simultanee poichè altrimenti l'elettrodo centrale non potrebbe essere alternativamente positivo e negativo.

I migliori risultati sono stati, per altro, ottenuti utilizzando un dispositivo, schematizzato nella figura 24, in cui la superficie attiva del disco centrale non è piana, ma è costituita da un certo numero di sporgenze di rame regolarmente disposte e distanziate le une dalle altre, alle estremità delle quali, ad intervalli regolari, si producono le scariche. Ho potuto constatare che con un simile dispositivo ogni treno di oscillazioni può avere un decremento di 0,02.

In questo modo è anche possibile far sì che i gruppi di oscillazioni irradiate riproducano una nota musicale alta e chiara nel ricevitore, facilitando così la distinzione tra segnali trasmessi dalla stazione emittente e rumori causati dalle scariche elettriche atmosferiche.

Con questo metodo può essere ottenuto un rilevante effetto di risonanza in ricevitori appropriatamente progettati.

Importanti modificazioni sono state apportate ai ricevitori utilizzati. Così, fino a qualche anno fa, gran parte della telegrafia per onde elettriche era basata sull'impiego di diversi tipi di coesori o di contatti variabili riattivabili con piccoli colpi o automaticamente.

Attualmente posso asserire che in tutte le stazioni controllate dalla mia Società viene utilizzato esclusivamente il mio ricevitore magnetico (fig. 25)[46].

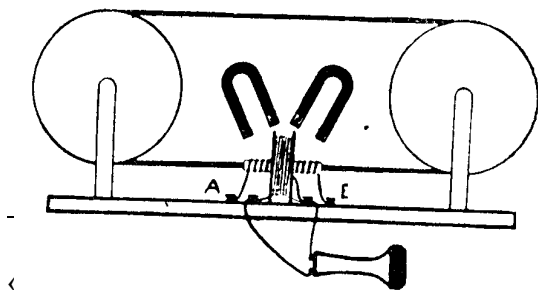
Questo ricevitore è basato sulla diminuzione di isteresi magnetica che si produce nel ferro quando, in determinate condizioni questo metallo viene sottoposto all'azione delle onde elettriche di alta frequenza.

Recentemente è stato possibile accrescere la sensibilità di questi ricevitori e di utilizzarli in colle-

Fig. 25.

ctor of electric Waves, X, 1902, pag. 341.

gamento con relé ad alta velocità in modo da rendere possibile la registrazione di messaggi a grande velocità.

Per quanto riguarda i trasmettitori merita di essere segnalato il fatto di una certa importanza, ma generalmente poco conosciuto, che nessuno dei dispositivi basati sull'impiego dei condensatori è risultato più efficiente del semplice conduttore aereo verticale, messo a terra attraverso uno spinterometro, di cui io feci uso fin dai miei primi esperimenti (fig. 2 e 3).

Recentemente ho anche potuto confermare l'affermazione del prof. Fleming, contenuta nel suo libro *The principles of Electric Wave Telegraphy*, edizione 1906, a pagina 555, che con una potenza di 8 watt sull'antenna è possibile comunicare a distanze superiori alle 100 miglia.

Ho anche constatato che, con questo metodo, se si utilizzano grandi aerei, si possono trasmettere segnali a 2000 miglia attraverso l'Atlantico con un consumo di energia inferiore a quello messo in gioco con tutti gli altri metodi a me noti.

L'unico inconveniente di tale sistema è d'altra parte che, se non si adoperano aerei molto grandi, la quantità di energia utilizzabile resta limitata dal potenziale oltre il quale gli effluvi e la resistenza dello spinterometro cominciano a dissipare una notevole quantità di energia. Utilizzando spinterometri in aria compressa e inserendo bobine d'induttanza fra l'aereo e la terra si può ottenere

che il circuito irradii onde purissime e poco smorzate, molto adatte per una acuta sintonia.

Per quanto concerne il funzionamento generale della telegrafia senza fili è fuori di dubbio che l'estesa applicazione del sistema e il moltiplicarsi delle stazioni hanno facilitato l'osservazione e lo studio di fenomeni non facilmente spiegabili.

Si è così potuto constatare che una normale stazione di bordo di una nave, di circa mezzo KW di potenza, la cui portata si aggira normalmente intorno alle 200 miglia, può occasionalmente trasmettere messaggi a distanze che superano le 1200 miglia. Accade spesso che una nave non riesca a comunicare con una stazione vicina, ma possa corrispondere con straordinaria facilità con una lontana.

Nell'inverno scorso il piroscafo *Caronia*, trovandosi in navigazione nel Mediterraneo, di fronte alle coste della Sicilia, si è trovato più di una volta nell'impossibilità di entrare in comunicazione con le stazioni italiane, ma potè trasmettere e ricevere messaggi dalle coste dell'Inghilterra e dell'Olanda, pur distanti oltre 1000 miglia e separate dalla nave da gran parte dell'Europa e dalla catena delle Alpi.

Benchè attualmente siano in servizio stazioni di grande potenza per le comunicazioni attraverso l'Atlantico, ed i messaggi possano essere trasmessi sia di giorno sia di notte, sussistono ancora brevi periodi giornalieri durante i quali le trasmissioni dall'Inghilterra all'America,

o viceversa, sono difficili. Al mattino ed alla sera, quando, per la differenza di longitudine, la luce diurna o l'oscurità della notte coprono solo in parte il percorso transoceanico, i segnali ricevuti sono deboli e talvolta si interrompono addirittura. Si direbbe quasi che le onde elettriche, nel passare dalla zona illuminata a quella oscura, o viceversa, siano riflesse in modo tale da essere deviate dalla loro normale traiettoria. È assai probabile che non incontreremmo queste difficoltà se trasmettessimo i messaggi su un percorso di ugual lunghezza nord-sud, press'a poco lungo lo stesso meridiano. In tal caso, infatti, il passaggio della luce diurna all'oscurità si produrrebbe simultaneamente su tutto il percorso fra i due punti di comunicazione.

Un'altra constatazione curiosa, sulla quale centinaia di osservazioni ripetute per anni non lasciano sussistere dubbi, è che regolarmente, per brevi periodi, all'alba ed al tramonto, ed occasionalmente in altri momenti, un'onda più corta può essere ricevuta attraverso l'Atlantico più facilmente dell'onda più lunga, normalmente utilizzata.

Così a Clifden ed a Glace Bay quando si trasmettevano i segnali con un ordinario circuito accoppiato, atto ad irradiare simultaneamente due onde, una di 12.500 piedi e l'altra di 14.000, accadeva che, mentre normalmente dall'altra parte dell'Oceano era ricevuta l'onda più lunga, regolarmente, circa tre ore dopo il tramonto a Clifden, e

tre ore prima dell'alba a Glace Bay, si riceveva con notevole intensità soltanto l'onda più corta.

Il fenomeno durava circa un'ora e si produceva con tanta regolarità che, all'ora stabilita, gli operatori sintonizzavano, regolarmente, i loro apparecchi sull'onda più corta.

Per quanto concerne l'utilità della radiotelegrafia, è fuori dubbio che la sua utilizzazione è ormai diventata indispensabile per la sicurezza della navigazione. I grandi piroscafi e le navi da guerra ne sono ormai tutti muniti, e l'estensione di essa alle navi meno importanti è solo questione di tempo, considerata l'importanza dell'aiuto fornito in caso di pericolo.

Aumenta inoltre sempre più l'impiego della radiotelegrafia come mezzo di comunicazione fra isole, villaggi e città, specialmente nelle Colonie e in contrade di recente sviluppo.

Per quanto grande possa essere l'importanza della telegrafia senza fili per le navi e la navigazione, io credo che essa sia destinata ad avere un'importanza per lo meno eguale come mezzo di comunicazione efficiente ed economico fra parti distanti del mondo e in ispecial modo tra i paesi d'Europa, le loro Colonie, e l'America. In questo momento sto appunto procedendo all'erezione di una stazione di grandissima potenza per il Governo italiano a Coltano. Questa stazione è destinata alle comunicazioni con le Colonie italiane dell'Africa Orientale e con il Sud-America.

Quali che possan essere i suoi attuali difetti e le sue deficienze, la telegrafia senza fili, sempre per grandi distanze, è destinata ad affermarsi, e non soltanto ad affermarsi, ma a progredire e svilupparsi. Se un giorno sarà possibile trasmettere le onde intorno al globo, si troverà forse che le onde viaggianti intorno alla terra potranno essere concentrate agli antipodi della stazione trasmittente. Per questa via si potrà forse trasmettere un giorno i messaggi a paesi lontani con minimo consumo di energia e conseguentemente, con minima spesa.

Ma io abbandono ora il dominio dei fatti concreti per avventurarmi nella regione della speculazione, la quale tuttavia, con la conoscenza del problema gradualmente accresciutasi, promette risultati utili ed instruttivi.

RADIOTELEGRAFIA[47]

L'applicazione pratica delle onde elettriche alla trasmissione radiotelegrafica a grandi distanze ha continuato ad estendersi, durante gli ultimi anni, in misura notevole, e molte difficoltà, che al principio apparivano quasi insormontabili, sono state gradualmente superate sopratutto attraverso l'acquisto di una migliore conoscenza dell'argomento e dei principî relativi.

Le esperienze che io ho avuto la fortuna di compiere su scala assai più grande di quel che non fosse possibile nei laboratori ordinari hanno permesso di studiare dei fenomeni spesso nuovi e certamente inaspettati.

Sebbene si posseggano – o almeno si creda di possedere – tutti i dati necessari per una produzione e una ricezione soddisfacenti di onde elettriche, siamo tuttavia ben lontani dal possedere l'esatta conoscenza delle leggi che regolano la trasmissione di queste onde nello spazio, specialmente a quelle distanze che possono esser chiamate grandi. Benchè sia ora perfettamente facile

[47] Riunione serale settimanale del Reale Istituto d'Inghilterra (venerdì, 2 giugno 1911), presieduta dal Presidente Sua Grazia il Duca di Northumberland, K. G. F. R. S.

progettare, costruire e far funzionare stazioni atte ad effettuare un traffico commerciale soddisfacente a distanze dell'ordine di 2500 miglia, nessuna spiegazione sufficientemente chiara è stata trovata finora per molti fatti accertati in modo assoluto relativi a queste onde. Ricorderò brevemente alcune di queste apparenti anomalie.

Perchè, usando onde corte, le distanze raggiunte durante la notte sono enormemente più grandi di quelle raggiunte durante il giorno, mentre, usando onde molto più lunghe, la portata della trasmissione durante il giorno e durante la notte è quasi la stessa e qualche volta è maggiore durante il giorno?

Quale spiegazione è stata data dal fatto che la notte le distanze raggiungibili in direzione nord-sud sono molto maggiori di quelle che possono esser raggiunte in direzione est-ovest?

Perchè le montagne e la terraferma sono generalmente di grande ostacolo alla propagazione delle onde corte quando v'è luce e non lo sono durante le ore di oscurità?

I principî generali sui quali è basata la radiotelegrafia pratica sono oggigiorno così ben conosciuti che io li ricorderò solo nella maniera più sommaria possibile.

La telegrafia senza fili, che fu resa possibile grazie ai campi di ricerche aperti dai lavori di Faraday, Maxwell e Hertz, si effettua mediante onde elettriche, create da correnti alternative di frequenza altissima, indotte in fili disposti abbastanza in alto o in superfici capacitative. Queste onde sono ricevute o rivelate in una stazione

lontana da analoghi conduttori elevati accordati sul periodo delle onde e comunicate ai nostri sensi per mezzo di opportuni rivelatori.

Il mio sistema originale, come fu usato nel 1896, consisteva in un dispositivo mostrato schematicamente in figura 1, nel quale era usato un filo elevato o filo verticale. Questo filo talvolta terminava in una capacità, ovvero era collegato alla terra attraverso uno spinterometro.

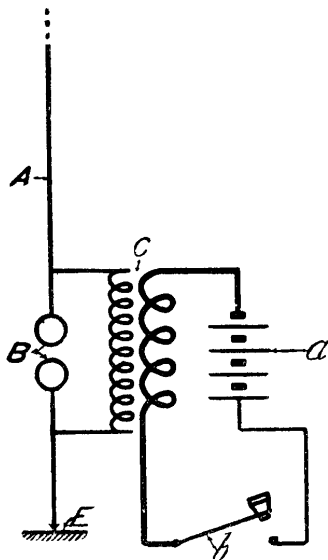
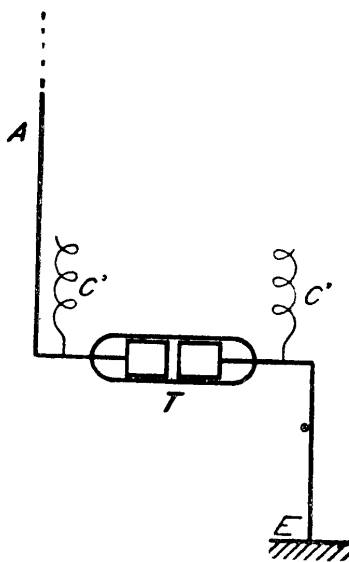



Fig. 1. Fig. 2.

Usando una bobina d'induzione o un'altra sorgente di tensione sufficientemente elevata, si generano attraverso lo spinterometro delle scariche elettriche; queste dànno luogo ad oscillazioni di alta frequenza fra il conduttore

elevato e la terra, col risultato che l'energia viene irradiata nello spazio sotto forma di onde elettriche.

Alla stazione ricevente (fig. 2) queste onde inducono una corrente oscillante in un conduttore comprendente un rivelatore, consistente in un coesore posto generalmente fra il conduttore elevato e la terra.

Questo dispositivo, benchè sia straordinariamente efficiente per quanto riguarda l'irraggiamento di energia elettrica, ha tuttavia numerosi inconvenienti.

La capacità elettrica del sistema era molto piccola e quindi la piccola quantità di energia inviata all'aereo veniva irradiata nello spazio in un periodo di tempo eccessivamete breve. In altre parole l'energia, invece di dar luogo a un treno d'onde, era tutta dissipata dopo sole poche oscillazioni: in conseguenza, non era possibile ottenere in pratica una sintonizzazione anche approssimativamente buona fra trasmettitore e ricevitore.

Si potrebbe ricorrere a molte analogie meccaniche per dimostrare che, allo scopo di ottenere la sintonia, è necessario somministrare l'energia in forma di un numero sufficiente di piccole oscillazioni o di impulsi opportunamente distanzianti. L'acustica ci fornisce numerosi esempi di questo fatto, come quello della risonanza che si ottiene nella nota esperienza dei diapason.

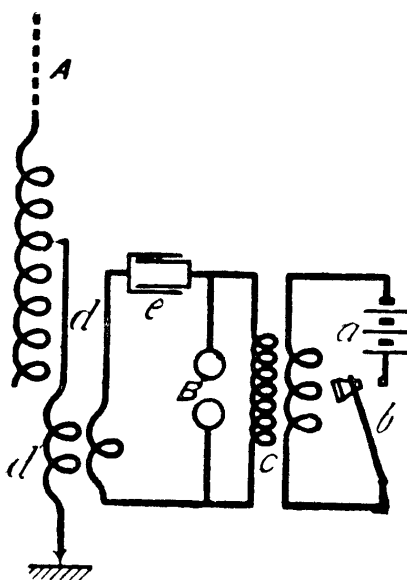
Altre illustrazioni di questo principio possono esser date; per esempio, se vogliamo mettere in moto un pendolo pesante mediante colpi o impulsi, questi devono essere dati a intervalli di tempo eguali al periodo pro-

prio del pendolo, altrimenti le oscillazioni non possono acquistare ampiezza apprezzabile.

Nel 1900 adottai per primo il dispositivo, ora generalmente usato, che consiste (com'è mostrato in fig. 3) in un accoppiamento induttivo del filo irradiante elevato con un circuito contenente un condensatore e che può essere adoperato per immagazzinare una notevole quantità di energia e distribuirla lentamente al filo irradiante.

Com'è noto, le oscillazioni in un circuito contenente un condensatore possono persistere per un periodo di tempo che, dal punto di vista elettrico, è molto lungo; inoltre si può far in modo che, per mezzo di opportuni aerei o antenne, queste oscillazioni siano irradiate nello spazio sotto forma di una serie di onde che, a causa del loro effetto cumulativo, sono molto adatte per permettere di raggiungere un buon accordo fra trasmettitore e ricevitore.

Fig. 3.

I circuiti, contenenti l'uno un condensatore e l'altro l'aereo o organo di irradiazione sono accoppiati più o

meno strettamente fra loro. Regolando l'induttanza dell'aereo e con valori appropriati della capacità e dell'induttanza del circuito del condensatore, i due circuiti venivano portati in risonanza elettrica, condizione questa che, come ho fatto per primo notare, è essenziale per ottenere un efficiente irraggiamento e una buona sintonia.

Il ricevitore (com'è mostrato in fig. 4) consiste anche in un conduttore elevato o aereo, connesso alla terra o a una capacità attraverso un trasformatore di oscillazioni. Anche quest'ultimo contiene il condensatore e il rivelatore e i circuiti sono proporzionati in modo da avere approssimativamente lo stesso periodo elettrico dei circuiti trasmittenti.

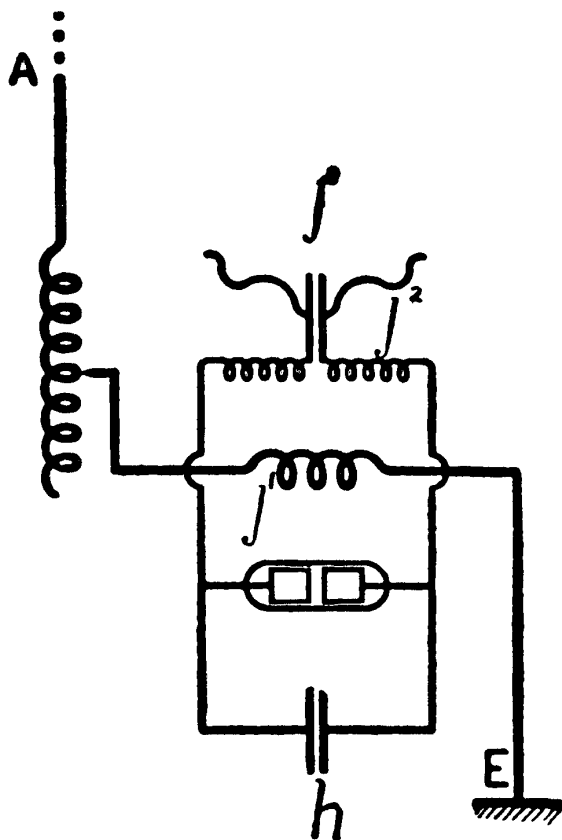



Fig. 4.

Nella stazione per grandi distanze, posta a Clifden in Irlanda, il dispositivo che ha dato i migliori risultati è basato sostanzialmente sul mio sistema sintonico del 1900 al quale sono stati aggiunti numerosi perfezionamenti.

Un'importante innovazione dal punto di vista pratico è costituita dall'introduzione, fatta a Clifden e a Glace Bay, di condensatori ad aria composti di piastre metalliche isolate sospese in aria a pressione ordinaria. In questo modo abbiamo potuto ridurre considerevolmente la perdita di energia dovuta all'isteresi dielettrica che si ha quando si usa come isolante il vetro o altro dielettrico solido. Un'economia molto notevole si ha inoltre, nell'esercizio, per l'assenza di rotture dielettriche; quando il potenziale sale al punto da produrre una scarica fra le piastre del condensatore, il potere dielettrico non viene permanentemente alterato, poichè l'aria si ripristina automaticamente ed è una delle poche sostanze che può esser rinnovata con un minimo di costo.

Diversi dispositivi sono stati studiati e provati allo scopo di ottenere treni d'onda continui o almeno molto prolungati, ma l'esperienza mi ha mostrato che, utilizzando i migliori ricevitori che si possono oggi avere, non è nè economico nè efficiente cercar di rendere le onde troppo continue. Risultati molto migliori si ottengono quando gruppi di onde (fig. 5) sono emessi a intervalli regolari, in modo tale che il loro effetto cumulativo è quello di produrre una nota musicale distinta nel ricevitore, il quale è accordato non solo sulla periodicità delle onde trasmesse, ma anche sulla loro frequenza di gruppo.

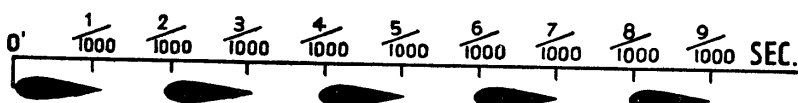



Fig. 5.

In questo modo il ricevitore deve essere doppiamente accordato, col risultato che si può raggiungere una selettività assai maggiore di quella raggiungibile con l'accordo sulle sole onde.

In effetti, è abbastanza facile ricevere simultaneamente diversi messaggi trasmessi sulla stessa lunghezza d'onda, ma sintonizzati su diverse frequenze di gruppo.

Sempre che l'accordo sull'onda sia buono, si ottengono buonissimi risultati – o almeno risultati altrettanto buoni quanto quelli ottenuti con oscillazioni continue – con gruppi d'onde il cui decremento è per ogni gruppo 0,03, o 0,04; ciò significa che circa 30 o 40 oscillazioni utili vengono irradiate prima che la loro ampiezza sia divenuta troppo piccola per essere percepibile nel ricevitore.

Il circuito del condensatore a Clifden ha un decremento di 0,015-0,03 per onde abbastanza lunghe.

Questa persistenza delle oscillazioni è stata ottenuta con l'uso del sistema mostrato in figura 6, già da me descritto nel brevetto preso nel settembre 1907. Questo metodo elimina quasi completamente lo spinterometro e quindi la sua resistenza che, com'è noto, è la causa principale di smorzamento o attenuazione delle onde nel normale circuito trasmittente.

L'apparecchio mostrato in figura 6 consiste in un disco di metallo *a* avente delle sporgenze di rame fissate sulla sua periferia a intervalli regolari e disposte trasversalmente al suo piano. Il disco viene messo in rapidissima rotazione fra i due altri dischi *b*, per mezzo di un motore elettrico molto veloce o di una turbina a vapore. Questi dischi laterali ruotano lentamente in un piano ortogonale a quello del disco. I collegamenti sono mostrati

in figura. La lunghezza centrale delle sporgenze è tale che, passando, esse toccano appena i dischi laterali e quindi cortocircuitano lo spazio compreso fra questi.

SCARICATORE A DISCO

CORRENTE CONTINUA

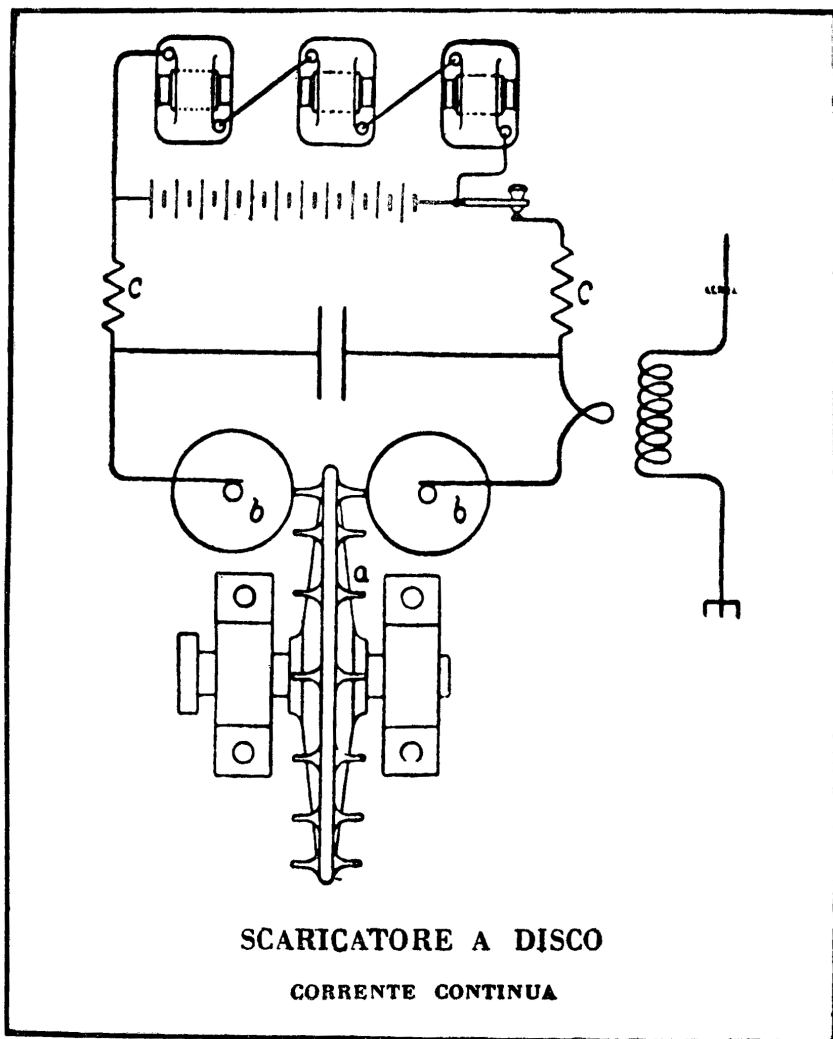



Fig. 6.

Con la frequenza usata a Clifden, cioè 45.000 p:s, applicando un potenziale di 15.000 volt al condensatore, lo spinterometro è praticamente cortocircuitato durante il periodo in cui ha luogo una sola oscillazione completa, se la rotazione del disco avviene con una velocità periferica di circa 600 piedi al secondo. Il risultato è che il circuito primario può continuare a oscillare praticamente senza la dissipazione dovuta alla resistenza dello spinterometro. Senza dubbio il numero delle oscillazioni che può aver luogo è regolato dalla larghezza o dallo spessore dei dischi laterali, giacchè il circuito primario viene bruscamente aperto non appena le sporgenze del disco mediano lasciano i dischi laterali.

La brusca apertura del circuito primario tronca ogni oscillazione che possa persistere nel circuito del condensatore; questo fatto porta con sè un ulteriore e non trascurabile vantaggio.

Infatti, se l'accoppiamento del circuito del condensatore all'aereo ha un valore opportuno, l'energia del primario sarà praticamente passata tutta al circuito di aereo, durante il periodo di tempo in cui il circuito del condensatore primario è chiuso dalla sporgenza che cortocircuita lo spazio compreso fra i due dischi; ma, dopo ciò, l'interruzione di questo cortocircuito fra i dischi, impedisce all'energia di ritornare al circuito del condensatore dall'aereo, come accadrebbe se si usasse un normale spinterometro. In questo modo la normale reazione che si verifica fra il circuito di aereo e il circuito con-

densatore può essere eliminata, col risultato che, con questo tipo di scaricatore e con un opportuno grado di accoppiamento, l'energia viene irradiata dall'aereo in forma di un'onda pura, mentre la perdita dovuta alla resistenza dello spinterometro viene ridotta a un minimo.

Posso mostrare una curva di risonanza rilevata e ricavata a Clifden dalle oscillazioni del solo primario.

Una caratteristica interessante dell'impianto di Clifden, specialmente da un punto di vista pratico e tecnico, è l'uso regolare di corrente continua ad alta tensione per la carica del condensatore. La corrente continua a un potenziale che può raggiungere i 20.000 volt, è ottenuta per mezzo di speciali generatori di corrente continua; queste macchine caricano una batteria di accumulatori comprendente 6.000 elementi collegati in serie; e faccio osservare che una tale batteria è la più grande esistente. La capacità di ogni elemento è di 40 amperora. Usando i soli accumulatori la tensione di lavoro varia tra 11.000 e 12.000 volt e quando i generatori di corrente continua e la batteria lavorano insieme, il potenziale può raggiungere i 15.000 mediante l'utilizzazione della maggior tensione degli accumulatori.

Per un periodo notevole del giorno soltanto la batteria di accumulatori è in funzione, col risultato che per 16 ore su 24 non vi è bisogno di macchine rotanti per il funzionamento della stazione, ad eccezione del piccolo motore per la rotazione del disco.

Il potenziale al quale il condensatore vien caricato raggiunge 18.000 volt quando quello della batteria o dei generatori è di 12.000. Questo potenziale si ottiene per il fatto che la tensione aumenta alle armature del condensatore a causa del rapido flusso di corrente che si determina ad ogni carica, attraverso le bobine di arresto o d'induttanza. Queste bobine sono collegate fra la batteria o il generatore e o condensatore *c*, figura 6.

Non è stata riscontrata alcuna difficoltà pratica sia a Clifden, sia a Glace Bay per quanto riguarda l'isolamento e la manutenzione di queste batterie di accumulatori ad alta tensione. Un isolamento soddisfacente è stato ottenuto dividendo la batteria in piccoli gruppi posti su supporti separati.

Questi supporti sono sospesi su isolatori fissati alle travi del soffitto della sala batterie. Un sistema d'interruttori, che possono essere messi elettricamente e simultaneamente in funzione, divide la batteria in sezioni, la tensione di ognuna delle quali è sufficientemente bassa da permettere di maneggiare gli elementi senza inconvenienti o rischi.

La disposizione dell'aereo adottata a Clifden e a Glace Bay è mostrata in figura 7. Questo sistema, basato sul risultato di prove che ho descritto per la prima volta alla Royal Society nel giugno 1906[48], non solo rende possi-

[48] *Sui metodi mediante i quali l'irraggiamento di onde elettriche può essere principalmente limitato* ecc., «Proc. Roy. Soc.», A, vol. 1, XXVII, pag. 413.

bile l'irraggiamento e la ricezione di onde di ogni lunghezza desiderata, ma anche tende a limitare la maggior parte della radiazione nella direzione voluta. Questa limitazione della trasmissione ad una sola direzione non è esattamente definita, ma, tuttavia, i risultati ottenuti sono fin troppo buoni per gli scopi pratici.

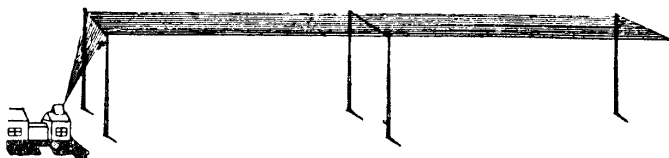



Fig. 7.

In maniera simile, per mezzo di questi fili orizzontali, è possibile determinare l'orientamento o direzione di una stazione trasmittente e quindi limitare la ricettività del ricevitore alle sole onde che provengono da una determinata direzione.

Lo sfruttamento commerciale della radiotelegrafia e l'estesa applicazione del sistema su terraferma e sui navigli in quasi tutte le parti del mondo hanno molto facilitato la classificazione dei fatti e l'osservazione degli effetti. Molti di questi, come ho già detto, aspettano ancora una spiegazione soddisfacente.

Un risultato curioso che notai per la prima volta più di nove anni fa, durante alcune prove a grande distanza eseguite a bordo del *Philadelphia*, e che rimane tuttora una caratteristica importante della telegrafia attraverso lo spazio a grandi distanze, è l'effetto dannoso prodotto

dalla luce del giorno sulla propagazione delle onde elettriche a grande distanza.

L'ipotesi, generalmente accettata, sulla causa di quest'assorbimento delle onde elettriche in presenza di luce solare, è fondata sulla convinzione che l'assorbimento sia dovuto all'ionizzazione delle molecole gassose dell'aria colpite da luce ultravioletta; poichè i raggi ultravioletti emanati dal sole sono notevolmente assorbiti nell'atmosfera superiore della terra, è probabile che questa porzione negli strati superiori dell'atmosfera che guarda il sole contenga un numero maggiore di ioni o di elettroni di quelli contenuti nella parte oscura, e quindi, come ha mostrato Sir J. J. Thomson[49], quest'aria illuminata o ionizzata assorbirà una parte dell'energia delle onde elettriche.

La lunghezza d'onda delle oscillazioni usate è strettamente collegata con questo interessante fenomeno, essendo le onde lunghe soggette all'influenza della luce solare in una misura assai più piccola di quanto non lo siano le onde corte.

Sebbene alcuni fisici ritenessero, alcuni anni fa, che l'effetto della luce solare dovesse essere più marcato sulle onde lunghe che non sulle corte, la mia esperienza ha mostrato il contrario; infatti, in alcune esperienze transatlantiche, nelle quali venivano usate onde di circa 8000 metri, l'energia ricevuta durante il giorno, alla sta-

[49] «Philosophical Magazine», ser. 6ª, vol. IV, pag. 253.

zione ricevente lontana, era generalmente maggiore di quella ricevuta durante la notte.

Osservazioni recenti mostrano, però, un fatto interessante: gli effetti variano notevolmente con la direzione nella quale avviene la trasmissione; i risultati ottenuti trasmettendo in direzione nord e sud sono spesso differenti da quelli osservati nelle direzioni est ovest.

Le ricerche sulle variazioni d'intensità di ricezione delle radiazioni usate nella telegrafia transatlantica sono state recentemente molto facilitate dall'uso di un galvanometro sensibile, mediante il quale l'intensità dei segnali ricevuti può esser misurata con un buon grado di precisione.

Per quanto riguarda le stazioni di piccola potenza come quelle usate sulle navi, e che, in accordo con la Convenzione Internazionale usano lunghezze di 300 e 600 metri, la distanza alla quale la comunicazione può esser stabilita durante il giorno è generalmente all'incirca la stessa, qualunque sia la posizione delle navi l'una rispetto all'altra o rispetto alle stazioni terrestri, mentre durante la notte si ottengono risultati interessanti e apparentemente strani. Le navi, distanti oltre le 1000 miglia, verso il sud della Spagna o verso le coste italiane, possono quasi sempre comunicare durante le ore di oscurità, colle stazioni del Post Office situate sulle coste dell'Inghilterra e dell'Irlanda, mentre le stesse navi, se si trovano nell'Atlantico, a distanze eguali dalla costa occidentale di queste isole e sulla rotta normale fra l'Inghil-

terra e l'America, possono difficilmente comunicare con queste stazioni costiere, a meno di non usare apparecchi specialmente potenti.

È stato anche notato che per raggiungere le navi nel Mediterraneo, le onde elettriche devono passare su una larga porzione dell'Europa, e, in molti casi, sulle Alpi. Questi lunghi percorsi su terra, specialmente se comprendono alte montagne, costituiscono, com'è noto, una barriera insormontabile per la propagazione delle onde corte durante il giorno. Sebbene non vi siano ostacoli fra le stazioni dell'Inghilterra e dell'Irlanda e le navi nell'Atlantico del Nord in rotta verso il Nord America, una trasmissione a una distanza di 1000 miglia durante la notte è un caso eccezionale. Gli stessi effetti si osservano generalmente quando le navi sono in comunicazione con le stazioni situate sulla costa atlantica dell'America.

Benchè le stazioni di grande potenza siano oggi usate per comunicare attraverso l'Atlantico e si possano inviare messaggi, di giorno altrettanto bene quanto di notte, esistono tuttavia dei periodi, che si riproducono giornalmente con una certa regolarità, durante i quali l'intensità dei segnali ricevuti raggiunge un minimo. Così, alla mattina e alla sera, quando, per effetto della differenza di longitudine, la luce o l'oscurità si estendono soltanto su una parte del percorso attraverso l'oceano, i segnali ricevuti sono più deboli. Sembrerebbe che le onde elettriche, passando dallo spazio oscuro a quello illuminato

e viceversa, siano riflesse e rifratte in modo tale da esser deviate dalla loro traiettoria normale.

Altri risultati sembrano indicare, tuttavia, che è improbabile che tale difficoltà si ritrovi nel telegrafare a eguale distanza verso il nord e il sud sullo stesso meridiano, giacchè, in questo caso il passaggio fra la luce solare e l'oscurità avverrebbe più rapidamente sull'intera distanza fra le due stazioni.

Ho qui alcuni diagrammi che sono stati accuratamente preparati dal sig. H. J. Round. Essi mostrano la variazione media giornaliera dei segnali ricevuti a Clifden e trasmessi da Glace Bay.

Le curve tracciate nel diagramma di figura 8 mostrano la variazione normale d'intensità di questi segnali transatlantici su due lunghezze d'onda, una di 7000 metri e l'altra di 5000 metri.

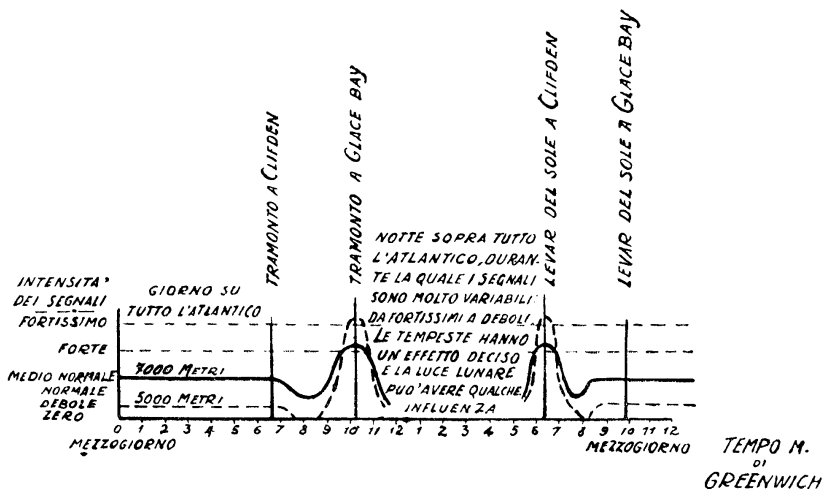



Fig. 8.

L'intensità delle onde ricevute rimane stazionaria durante il giorno.

Poco dopo il tramonto del sole a Clifden esse diventano gradualmente più deboli e, dopo circa due ore, raggiungono il minimo d'intensità. Poi cominciano di nuovo a rinforzarsi e raggiungono un massimo pronunziato circa all'ora del tramonto del sole a Glace Bay.

Esse ritornano poi gradualmente alla loro intensità normale, ma durante la notte esse sono molto variabili. Poco prima del sorger del sole a Clifden i segnali cominciano a diventare regolarmente più intensi e raggiungono un altro massimo pronunciato poco dopo il sorger del sole a Clifden. L'energia ricevuta decresceva stabilmente di nuovo fino a raggiungere un minimo

molto marcato poco tempo prima del sorgere del sole a Glace Bay. Dopo di che i segnali ritornavano gradatamente all'intensità normale del giorno.

Si può osservare che, sebbene le onde corte diano in media segnali più deboli, le variazioni tra i massimi e i minimi d'intensità sono per esse molto più sensibili che per le onde lunghe.

La figura 9 mostra le variazioni osservate a Clifden durante i periodi di ventiquattro ore cominciando dalle ore 12 del giorno, durante il mese di aprile 1911; le linee verticali tratteggiate rappresentano il tramonto e il sorgere del sole a Glace Bay e a Clifden.

La figura 10 mostra la curva corrispondente al primo giorno di ogni mese per un anno a partire dal maggio 1910 fino all'aprile del 1911.

Io ho eseguito una serie di esperienze, su distanze più grandi di quanto non sia stato precedentemente tentato, nel settembre e nell'ottobre dell'anno scorso, fra le stazioni di Clifden e di Glace Bay ed una stazione ricevente posta sul piroscafo italiano *Principessa Mafalda*, in viaggio dall'Italia all'Argentina (fig. 11).

Durante queste prove il filo ricevente era sospeso ad un aquilone, come era stato fatto nelle mie prime prove transatlantiche del 1901; l'altezza dell'aquilone variava fra 1000 e 3000 piedi. I segnali ed i messaggi erano ricevuti senza difficoltà, tanto di giorno quanto di notte, ad una distanza di 4000 miglia legali da Clifden.

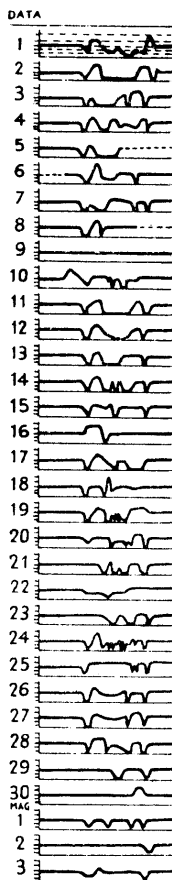
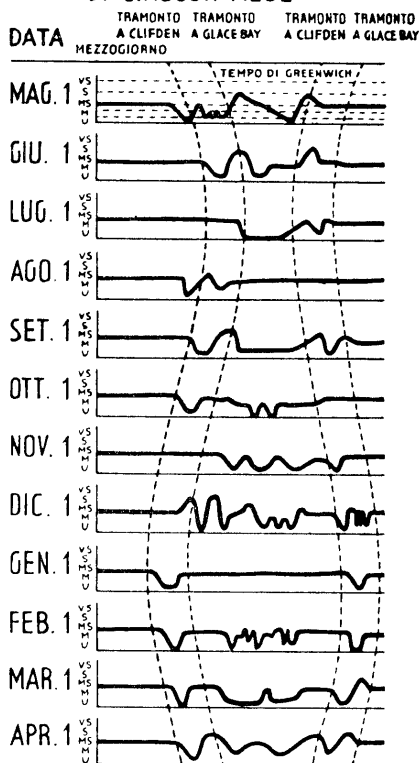



Fig. 9. Fig. 10.

Al di là di questa distanza la ricezione era possibile soltanto durante la notte. A Buenos Aires, a più di 6000 miglia da Clifden, i segnali notturni sia da Clifden che

da Glace Bay, erano generalmente buoni, ma la loro intensità era soggetta a qualche variazione.

N. AMERICA
CLIFDEN
R.N."CARLO ALBERTO" OTTOBRE 1902
POLDMU
EUROPA
GLACE BAY
CAPE COD
FEB. 1902 U.S.M.S."PHILADELPHIA"
OCEANO ATLANTICO
DEL NORD
AFRICA
PIROSCAFO "PRINCIPESSA MAFALDA"
SUD
AMERICA
SETT. 1910
BUENOS AIRES
OCEANO ATLANTICO
DEL SUD

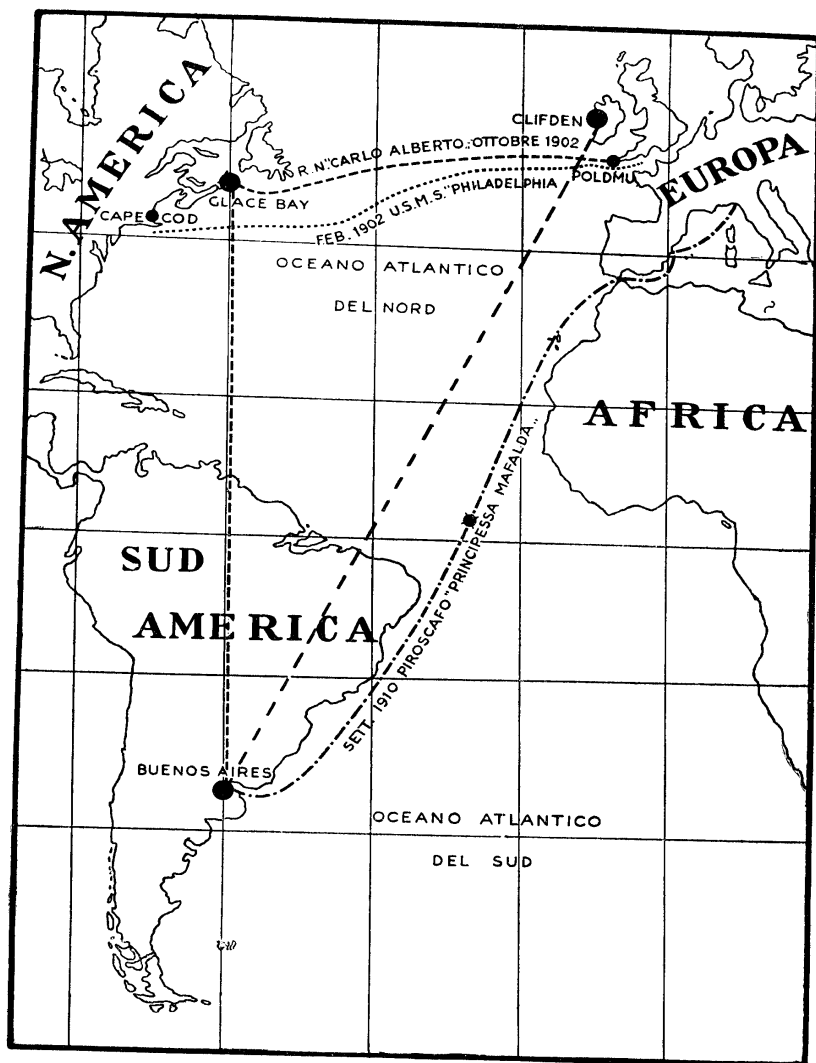



Fig. 11.

È piuttosto notevole il fatto che le radiazioni provenienti da Clifden potevano esser ricevute a Buenos Aires molto chiaramente durante la notte, mentre non erano ricevute affatto durante il giorno e invece nel Canadà i segnali provenienti da Clifden (2400 miglia di distanza) non erano più forti durante la notte di quanto non lo fossero durante il giorno.

Ulteriori prove sono state fatte recentemente dal Governo italiano tra una stazione posta a Massaua nell'Africa Orientale e Coltano in Italia. Questi esperimenti presentano un considerevole interesse per il fatto che la linea che congiunge le due stazioni passa al di sopra di regioni eccessivamente asciutte e su vaste distese di deserto, e comprende parti dell'Abissinia, il Sudan ed il deserto libico. La distanza tra le due stazioni è di circa 2600 miglia.

La lunghezza d'onda della stazione trasmittente in Africa era troppo piccola per permettere che la trasmissione potesse essere effettuata durante il giorno, ma i risultati ottenuti durante le ore di oscurità erano molto buoni, giacchè i segnali ricevuti erano regolari e leggibili.

I perfezionamenti introdotti a Clifden e a Glace Bay hanno avuto il risultato di ridurre notevolmente le interferenze alle quali le trasmissioni radiotelegrafiche a lunghe distanze erano particolarmente esposte nei primi tempi.

I segnali in arrivo a Clifden e provenienti dal Canadà sono normalmente decifrati con facilità attraverso gli ordinari disturbi atmosferici. L'aumento d'intensità dei segnali ricevuti ha reso inoltre possibile l'uso di strumenti registratori, che non solo dànno una registrazione duratura dei messaggi ricevuti, ma possono anche funzionare ad una velocità molto più elevata di quella che potrebbe essere raggiunta da un operatore che legge o

Fig. 12.

che riceve ad ascolto. La registrazione dei segnali è ottenuta fotograficamente nel modo seguente: un galvanometro a corda Einthoven sensibile è connesso al rivelatore magnetico o al ricevitore a valvola e le deviazioni del suo filamento prodotte dai segnali d'arrivo, sono proiettate e fissate fotograficamente su una striscia sensibile che si muove ad una velocità opportuna (fig. 12). Su alcune di queste registrazioni che posso mostrare, è

interessante notare, insieme ai segnali, i segni caratteristici prodotti dalle onde elettriche naturali o disturbi atmosferici, i quali, a causa della loro origine dubbia, sono stati chiamati «X».

Sebbene la teoria matematica della propagazione delle onde elettriche attraverso lo spazio sia stata elaborata da Clerk Maxwell più di 50 anni fa e nonostante tutte le dimostrazioni sperimentali che si sono ottenute nei laboratori sulla natura di queste onde, noi spieghiamo attualmente soltanto in modo incompleto i principî fondamentali effettivi riguardanti la maniera di propagarsi delle onde, sui quali è basata la trasmissione radiotelegrafica. Per esempio, nei primi giorni della radiotelegrafia, si credeva in generale che la curvatura della terra dovesse costituire un ostacolo insormontabile per la trasmissione delle onde elettriche fra due punti molto distanti. Per un certo tempo non si tenne conto sufficientemente dell'effetto probabile dovuto alla connessione con la terra specialmente nei riguardi della trasmissione delle oscillazioni a grande distanza.

I fisici hanno considerato per lungo tempo la telegrafia senza fili come esclusivamente dipendente dagli effetti della libera radiazione hertziana attraverso lo spazio e sono passati degli anni prima che il probabile effetto della conduttività della terra fosse considerato e discusso.

Lord Rayleigh, riferendosi alla radiotelegrafia transatlantica, disse in una conferenza, letta innanzi alla Royal

Society nel maggio 1903, che i risultati da me ottenuti nell'invio di segnali attraverso l'Atlantico suggerivano «un incurvamento o diffrazione più marcata delle onde attorno la curvatura della terra di quanto non ci si sarebbe aspettato» e disse inoltre che da ciò derivava un grande interesse pel problema teorico[50]. Il prof. Fleming, nel suo libro sulla telegrafia con onde elettriche, dà dei diagrammi che mostrano come si possa ottenere una rappresentazione schematica del distacco di semi-anelli di forza elettrica da un semplice filo verticale (fig. 13).

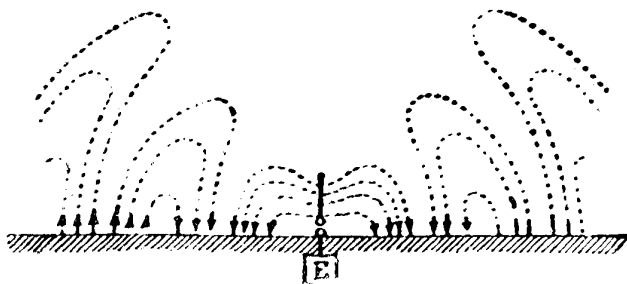



Fig. 13.

Come si vede, queste onde non si propagano nello stesso modo come farebbe una radiazione libera prodotta da un classico oscillatore hertziano, ma scivolano lungo la superficie della terra.

Il prof. Zenneck[51] ha accuratamente studiato l'effetto di aerei riceventi e trasmittenti collegati alla terra e ha

---

[50] «Proc. Roy. Soc.», vol. LXXII, pag. 40.

[51] «Annalen der Physik», XXIII, pag. 846; «Physikalische Zeitschrift», 1908, pag. 50, 553.

cercato di dimostrare matematicamente che, quando le linee di forza elettrica, che costituiscono un fronte d'onda, passano su di una superficie di basso potere induttivo specifico come la terra – esse s'inclinano in avanti, giacchè le loro estremità più basse vengono ritardate dalla resistenza del conduttore al quale sono attaccate. Sembra inoltre che la telegrafia senza fili, così come è praticata attualmente, dipenda in gran parte dalla conduttività della terra, e che la differenza di funzionamento su grandi distanze al di sopra del mare paragonate a quelle al di sopra della terra sia sufficientemente spiegata dal fatto che l'acqua del mare è assai miglior conduttore che non la terra.

L'importanza o l'utilità della connessione con la terra è stata discussa qualche volta, ma, secondo me, non esiste nessun sistema pratico di telegrafia senza fili nel quale gli strumenti non siano in qualche modo connessi alla terra. Per connessione con la terra non intendo necessariamente un'ordinaria connessione metallica come quella usata nella telegrafia su filo. Il filo di terra può avere un condensatore in serie, ovvero, cosa che è realmente equivalente, esser connesso ad un'aerea capacitativa, posta sulla superficie del suolo. Ora, è ben noto che un condensatore, se è grande abbastanza, non impedisce il passaggio delle oscillazioni di alta frequenza e quindi, in questo caso, quando si usa una cosidetta capacità di contrappeso, l'antenna è, per tutti gli scopi pratici, collegata alla terra.

Io sono dunque del parere che non vi sia assolutamente alcun fondamento nell'asserzione che è stata recentemente fatta e intesa a dimostrare che il collegamento con la terra è dannoso nei riguardi di una buona sintonia; ammesso naturalmente che la terra sia buona.

Certamente, a causa della sua resistenza, ciò che gli elettricisti chiamano una cattiva terra ridurrà le oscillazioni e in questo modo renderà difficile il raggiungimento dell'accordo; ma tale effetto non viene osservato quando si impieghi un efficiente collegamento di terra.

In conclusione, io credo di non esser troppo ardito dicendo che la telegrafia senza fili tende a rivoluzionare i nostri mezzi di comunicazione fra i vari punti della superficie terrestre. Per esempio, messaggi commerciali comprendenti un totale di 812.200 parole sono stati inviati e ricevuti fra Clifden e Glace Bay dal 1° maggio 1910 alla fine di aprile 1911; la radiotelegrafia ha inoltre fornito mezzi di comunicazione fra navi e costa nei casi in cui la comunicazione era prima praticamente impossibile. Il fatto che alla Conferenza imperiale che ora si riunisce a Londra sia discusso un sistema di Radiotelegrafia Imperiale, mostra l'eminente posizione che la radiotelegrafia a grande distanza ha raggiunto nel breve spazio di un decennio. La sua importanza dal punto di vista commerciale, navale e militare è aumentata notevolmente durante gli ultimi pochi anni, in conseguenza delle molte stazioni che sono state impiantate e che sono attualmente in corso di costruzione, in tutte le parti del

mondo, sulle varie coste, nelle regioni interne, a bordo delle navi. Nonostante questa molteplicità di stazioni e il loro funzionamento quasi continuo, posso dire, per esperienza pratica, che non vi è quasi mai mutua interferenza tra apparecchi che siano ben montati e efficientemente accordati. Qualche interferenza c'è senza dubbio fra le navi, a causa del fatto che le due lunghezze d'onda adottate, in accordo con la Convenzione internazionale, non sono sufficienti per l'invio regolare del gran numero di messaggi che vengono trasmessi dalle navi, equipaggiate con la radiotelegrafia, il cui numero è sempre crescente. Un notevole vantaggio potrebbe essere ottenuto utilizzando una terza onda più lunga da impiegare esclusivamente per le comunicazioni a grande distanza.

Per quanto riguarda le stazioni transatlantiche di grande potenza, la facilità con cui l'interferenza è stata eliminata ha in certo modo superato le mie aspettative. Alla stazione ricevente, posta a una distanza di sole 8 miglia dal potente trasmettitore di Clifden, durante una dimostrazione recente preparata per l'Ammiragliato, si son potuti ricevere messaggi da Glace Bay senza interferenza con Clifden, mentre questa ultima stazione trasmetteva col massimo della potenza su una lunghezza d'onda che differiva solo del 25% dall'onda irradiata da Glace Bay; il rapporto fra il massimo registrato da Clifden e quello da 8 miglia essendo in proporzione di 750 a uno.

Sono state prese disposizioni per trasmettere e ricevere permanentemente e simultaneamente in queste stazioni; queste disposizioni, qualora siano completatate costituiranno in effetti una comunicazione radiotelegrafica in duplex tra l'Irlanda e il Canadà.

Il risultato di cui ho parlato ora mostra che si potrebbe trasmettere nel medesimo tempo su lunghezze d'onda leggermente differenti da un gran numero di stazioni a grande distanza, poste in Inghilterra ed in Irlanda, senza pericolo di mutua interferenza.

L'estendersi dell'uso della radiotelegrafia è principalmente dovuto alla facilità con la quale le stazioni possono efficacemente lavorare in prossimità l'una dall'altra.

Considerando che le lunghezze d'onda attualmente usate si estendono tra 200 e 23.000 piedi e che inoltre sono oggi adottabili sistemi accordabili su gruppi d'onda e sistemi direttivi, non è difficile prevedere che questo metodo di comunicazione relativamente nuovo è destinato ad assumere una posizione della più grande importanza nel facilitare le comunicazioni attraverso il mondo.

Indipendentemente dal funzionamento a grandi distanze, il valore pratico della radiotelegrafia può forse esser diviso in due parti: 1° quando essa è usata per trasmissioni sul mare; 2° quando essa è usata su terra.

Molti paesi, compresi l'Italia, il Canadà e la Spagna, hanno già aggiunto ai loro sistemi ordinari di telegrafia gl'impianti di radiotelegrafia, ma qualche tempo dovrà

passare prima che questo metodo di comunicazione sia usato su larga scala in Europa per scopi interni, tenendo conto del fatto che esiste già un'efficiente rete di linee terrestri la quale non rende necessari ulteriori mezzi di comunicazione; è quindi probabile che, almeno per il presente, l'uso principale della radiotelegrafia sarà limitato ai paesi extra europei, nei quali, per effetto delle condizioni climatiche o per altre cause, sia assolutamente impossibile l'efficiente manutenzione della telegrafia su filo. Una prova di ciò è data dal successo riportato dal funzionamento delle stazioni recentemente erette in Brasile e nelle Amazzoni Superiori.

La maggior parte delle persone pensa forse che l'applicazione più meravigliosa della telegrafia senza fili sia il suo uso sul mare. All'epoca della sua introduzione le navi che si trovavano ad una distanza apprezzabile da terra, non avevano alcun mezzo per entrare in contatto con la costa per tutta la durata del loro viaggio. Coloro che fanno oggi invece dei lunghi viaggi per mare non vengono più per lungo tempo tagliati dal resto del mondo; gli uomini d'affari possono continuare a corrispondere, con ragionevoli tasse, con i loro uffici d'America o in Europa; normali messaggi possono essere scambiati tra i passeggeri e i loro amici a terra; un giornale quotidiano è pubblicato a bordo dei principali piroscafi e dà le principali notizie del giorno. La radiotelegrafia ha in più di un'occasione apportato un aiuto incalcolabile al corso della giustizia: un esempio ben noto di ciò è stato

l'arresto che ha avuto luogo recentemente grazie al suo intervento, di un noto criminale, mentre stava per sbarcare nel Canadà.

Tuttavia, il principale merito della radiotelegrafia consiste nella facilità con la quale essa permette alle navi in pericolo di comunicare la loro posizione alle navi vicine o alle stazioni costiere; e che essa sia attualmente considerata come indispensabile per questo motivo, è mostrato dal fatto che parecchi Governi hanno approvato una legge per la quale l'impianto radiotelegrafico è obbligatorio per le navi da passeggeri che entrano nei loro porti.

IL PROGRESSO DELLA TELEGRAFIA SENZA FILI[52]

Marconi: Ho profondamente apprezzato il privilegio di parlare alla Società Elettrica di New-York sulla telegrafia senza fili, un argomento che in questo momento interessa l'umanità intera più di ogni altra pratica applicazione di ciò che si chiama elettricità.

Sebbene alcune delle mie prime esperienze siano state fatte in America e l'Istituto americano degli Ingegneri Elettricisti sia stata la prima istituzione tecnica a dare il maggiore incremento alle mie esperienze su grandi distanze, questa è la prima volta che io ho l'onore di poter parlare al pubblico americano.

Il mistero, che circondava l'elettricità, incominciò a diradarsi, quando da Ampère fu presentata la teoria che un etere universale, dotato di proprietà puramente meccaniche, avrebbe potuto fornire i mezzi per spiegare i fe-

[52] «Atti della New-York Electrical Society». Conferenza tenuta alla New-York Electrical Society, Engineering Societies Building, 29 West 39th Street, NewYork City, aprile 17, 1912. N. XV degli «Atti» della Società, editi dalla New-York Electrical Society, 29 West 39th Street, New-York, 1912.

nomeni elettrici: questa teoria fu sostenuta in America da Joseph Henry e in Inghilterra da Faraday.

Quando Maxwell pubblicò, nel 1864, la sua luminosa teoria dinamica del campo elettro-magnetico, e ne trasse matematicamente la teoria delle onde eteree, e Hertz comprovò con esperimenti l'esattezza dell'ipotesi maxwelliana, noi ottenemmo la più intima conoscenza del celato meccanismo della natura, che fino ad allora nessun intelletto umano aveva saputo rivelare.

Un periodo di progresso simile ha reso possibile lo sviluppo della telegrafia senza fili. I suoi principi basilari sono stabiliti nella natura stessa dell'elettricità. La sua evoluzione ha messo a nostra disposizione un'altra grande forza della natura.

Il fenomeno dell'induzione elettro-magnetica, che ci fu principalmente rivelato dalle ricerche e dalle scoperte di Ampère, Faraday e Henry, aveva da molto tempo dimostrato come fosse possibile trasmettere l'energia elettrica attraverso un piccolo spazio compreso fra un conduttore attraversato da corrente variabile e un altro conduttore postovi vicino; ma il fatto che le onde di energia elettrica protessero essere create nello spazio, fu accertato solo quando Hertz provò con esperienze, nel 1887, l'esattezza della teoria dinamica del campo elettromagnetico, enunciata da Maxwell nel 1864.

Io non mi dilungherò nello spiegare ciò che è noto alla maggior parte degli ingegneri, nè il metodo usato per la produzione delle onde dai primi sperimentatori. Io

voglio, invece, ricordare che Hertz per primo dimostrò chiaramente che se due corpi metallici sono caricati con elettricità opposta e quindi immediatamente scaricati, si determinano oscillazioni di alta frequenza fra i due corpi o piastre e un'energia risultante nella forma di onde elettriche vien trasmessa o irradiata nello spazio.

Hertz ed altri dimostrarono che queste onde seguono le leggi della riflessione, rifrazione, polarizzazione ecc., nello stesso modo delle onde luminose. La lunghezza delle onde elettriche usate nella telegrafia senza fili, è per altro, molto grande rispetto a quella delle onde luminose, e quindi le prime, sebbene invisibili all'occhio umano, hanno il vantaggio sulla luce di non essere assorbite dalla nebbia o dalla foschia e di essere adatte ad attraversare e a girare attorno a quegli ostacoli che impediscono il propagarsi della luce.

Con gli apparecchi di cui si poteva disporre nel 1895 è stato possibile scoprire gli effetti delle onde elettriche soltanto su piccolissime distanze – non più di poche centinaia di metri – appena più lontano nello spazio di quanto uno non possa sentire ripetere il proprio grido. Non vi è dunque da meravigliarsi se l'applicazione utile di queste onde alla attuale telegrafia, non fosse in quel tempo tentata o per meglio dire realizzata.

Nell'agosto del 1895 trovai un nuovo sistema che enormemente aumentava le distanze a cui si poteva trasmettere e rivelare le onde elettriche e che nello stesso tempo rimuoveva le delimitazioni che impedivano la

trasmissione e la rivelazione delle onde elettriche su grande distanza.

L'interferenza degli ostacoli cominciò a sparire e con appropriati trasmettitori e ricevitori atti a funzionare, non solo come apparecchi di laboratorio, ma come reali ed efficienti strumenti telegrafici, la portata su cui si poteva telegrafare aumentò in modo sorprendente.

L'apparecchio con cui io compii le mie prime prove nel 1895 e nel 1896, e che applicava il principio che ora è usato nella pratica della telegrafia senza fili, si può vedere nelle figure n. 1 e n. 2. La figura 1 mostra il trasmettitore, la figura 2 il ricevitore.

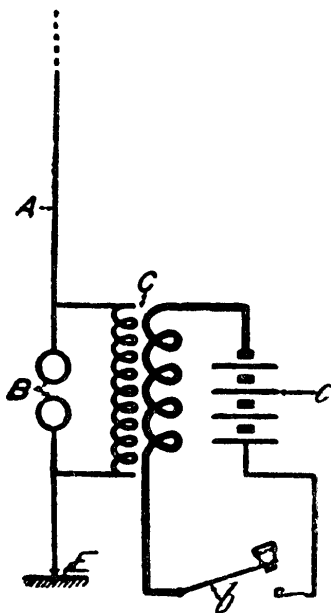
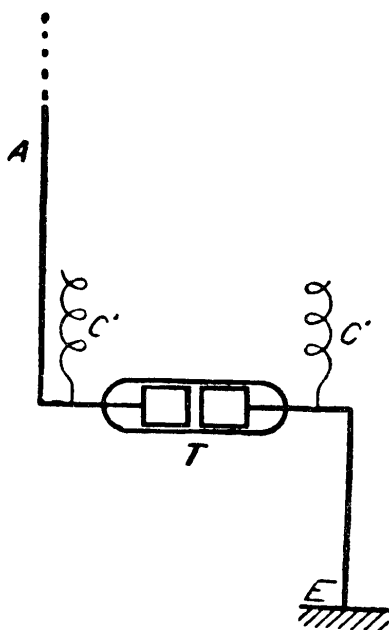



Fig. 1. Fig. 2.

La principale caratteristica del sistema consiste nell'uso di aerei attaccati rispettivamente ad un polo dello spinterometro o al ricevitore, l'altro polo essendo messo a terra. In altre parole la terra fa parte del sistema oscillante.

Il valore pratico di questa innovazione non fu capito da molti fisici per un periodo abbastanza lungo, e il risultato che io ottenni fu da molti erroneamente attribuito soltanto all'efficienza di dettagli della costruzione del ricevitore e all'impiego di una larga somma di energia nel trasmettitore. Altri non capirono il fatto, che un cambia-

mento radicale fosse avvenuto nello stabilire che queste capacità elevate dal suolo e la terra facessero parte degli oscillatori e ricevitori ad alta frequenza.

Il prof. Ascoli di Roma presentò nell'«Elettricista» (Roma 1897) un'interessantissima teoria sul modo di funzionare dei miei trasmettitori e ricevitori, in cui egli correttamente attribuì il risultato ottenuto all'uso di fili alti o antenne.

Il prof. A. Slaby di Charlottenburg, dopo esser stato testimone delle mie esperienze fatte in Inghilterra nel 1897, arrivò quasi ad una conclusione simile.

Molti scrittori tecnici hanno stabilito come sia inutile un'alta capacità in cima al filo verticale. Questo è vero se la lunghezza o l'altezza del filo è sufficientemente grande; ma siccome questa altezza può essere resa molto più piccola per una data distanza, se è usata una superficie capacitativa, è più economico usare tali capacità, che ora generalmente consistono in un certo numero di fili che partono dalla sommità del filo verticale.

Sono lieto di notare come le mie prime ipotesi di quindici anni fa, siano state comprovate, recentemente, il mese scorso, nell'«Electriciaan» di Londra, che riproduce un articolo di L. W. Austin, direttore del Laboratorio Navale di Telegrafia senza fili degli Stati Uniti. Quest'ultimo, riferendosi a parecchi esperimenti quantitativi radio-telegrafici a grande distanza compiuti dagli incrociatori degli Stati Uniti *Birmingham* e *Salem* dichiara: «Gli esperimenti indicano che per ottenere una maggio-

re efficienza di un'antenna orizzontale, la direzione dei fili verticali deve essere spostata in modo tale da ridurre la loro capacità – quanto più è possibile – e concentrare la capacità alla maggiore altezza».

Il trasmettitore agisce in questa guisa:

Quando il tasto si abbassa, la corrente di alta tensione permette di caricare il filo verticale o aereo, che quando si scarica produce un rapido susseguirsi di scintille attraverso lo spinterometro.

Il rapido diminuire della tensione o spostamento elettrico creato lungo le linee di forza elettrica, che attraversano lo spazio compreso tra fili carichi, che è determinato dalla scarica elettrica, irradia nello spazio una notevole somma di energia sotto forma di un'onda di spostamento nell'etere e, in conseguenza, il filo verticale diventa un irradiatore di onde elettriche. Si capisce facilmente come, mediante la pressione del tasto telegrafico che controlla la corrente di carica per intervalli più o meno lunghi, sia possibile emettere una successione o serie più o meno lunga di onde, che non appena raggiungono un adatto ricevitore produrranno, nello stesso minuto, correnti per corrispondenti periodi più o meno lunghi di tempo e riprodurranno fedelmente i segnali Morse o altri, trasmessi dalla stazione trasmittente.

È ben noto che le rapide oscillazioni elettriche nel filo producono due effetti nello spazio esterno, chiamati rispettivamente forza elettrica e magnetica. Nel caso d'un filo aereo verticale, la forza magnetica si distribuisce

lungo linee concentriche, che circondano il filo, mentre la forza elettrica viene distribuita lungo alcune linee chiuse nel piano del filo. Come le correnti nel filo aereo invertono la loro direzione, così si invertono le forze elettriche e magnetiche, ma non in ogni punto contemporaneamente.

Le forze elettriche e magnetiche sono deformazioni o stati dell'etere e, a causa dell'inerzia o elasticità del mezzo, esse si propagano da un punto all'altro con una velocità definita, che è eguale a quella della luce.

Noi possiamo esplorare il campo vicino al filo aereo o antenna, per mezzo d'un tubo luminoso a neon, che si illumina quando si trova nel campo elettrico. Mediante l'aiuto di un'antenna, che per necessità di spazio si avvolge a spirale, è qui possibile dimostrare come la stessa sia eccitata sulla fondamentale o su un'armonica.

Il ricevitore (fig. 2) è anche composto da un filo aereo unito alla terra attraverso un qualsiasi tipo di rivelatore, che renda possibile rivelare, mediante un telefono, o registrare con un apparecchio comune telegrafico, gli effetti delle piccole correnti, indotte nel ricevitore per effetto delle onde trasmesse ad esso dal trasmettitore.

Il trasmettitore a cui mi son riferito nella figura 1, sebbene abbia straordinaria efficienza per quanto riguarda la radiazione dell'energia elettrica, ha molteplici inconvenienti. La capacità elettrica del sistema è molto piccola, col risultato che la piccola somma di energia sull'aereo è irradiata nello spazio in un brevissimo pe-

riodo di tempo. In altre parole, l'energia, invece di dar luogo a un treno d'onde, si dissipa tutta dopo sole poche oscillazioni, e, di conseguenza, non è possibile ottenere in pratica un buon accordo fra trasmettitore e ricevitore.

Una sbarra rigida, nella quale si determinano oscillazioni elettriche, costituisce, come è noto, un ottimo radiatore di onde elettriche. In tutti quelli che noi chiamiamo buoni radiatori le oscillazioni elettriche, determinate col comune metodo della scintilla, cessano o sono smorzate molto rapidamente, non soltanto per la resistenza, ma per la radiazione elettrica che allontana l'energia sotto forma di onde elettriche.

È anche noto il fatto che quando di due diapason, che hanno lo stesso periodo di vibrazione, uno è messo in moto nell'aria si formeranno delle onde; e l'altro diapason, se trovasi ad un'opportuna distanza, incomincerà subito a vibrare all'unisono col primo. Nello stesso modo un violinista al tocco di una nota del suo strumento otterrà una risposta da una corda del pianoforte che si trova vicino ad esso, e sarà precisamente quella corda che fra tutte quelle del pianoforte ha lo stesso periodo di vibrazione della nota suonata dal violinista. I diapason e i violini, certo, si basano su onde di aria, mentre la telegrafia senza fili su onde di etere, ma il meccanismo è eguale in tutti i due casi. È importantissimo prendere in considerazione l'unica condizione essenziale perchè si abbia un accordo perfetto o una risonanza elettrica. La risonanza elettrica, come quella meccanica, dipende

esclusivamente dagli effetti accumulati di un gran numero di piccoli impulsi opportunamente distribuiti nel tempo. L'accordo si può ottenere soltanto se un numero sufficiente di questi impulsi elettrici raggiunge il ricevitore. Infatti per mettere in vibrazione un pendolo con piccoli colpi noi dobbiamo, non solo ritmare esattamente questi colpi, ma continuare a darli per un periodo di tempo considerevole. È perciò chiaro che un radiatore smorzato, cioè, che non dà un treno o lunga successione di oscillazioni elettriche, non è adatto per la telegrafia accordata o sintonica.

Nel 1900, per primo misi in pratica il sistema che ora è generalmente usato e che è composto (come lo dimostra la fig. 3) da un accoppiamento induttivo di fili irradianti elevati con un circuito condensatore che serve per accumulare una notevole quantità di energia elettrica e cederla lentamente al filo irradiante.

Ora, come è noto, le oscillazioni in un circuito a condensatore, che furono studiate a fondo da Franklin, Henry, Faraday, Maxwell, e Kelvin possono essere rese persistenti per un periodo di tempo relativamente lungo e inoltre si può fare in modo che, mediante aerei o antenne adatte, queste oscillazioni siano irradiate nello spazio come una serie di onde che, mercè il loro effetto cumulativo, sono specialmente adatte per stabilire un buon accordo o sintonia fra il trasmettitore e il ricevitore.

I circuiti, fatti con condensatori e aerei elevati dal suolo o circuiti irradianti, sono più o meno strettamente accoppiati fra loro. Regolando l'induttanza nel conduttore elevato dal suolo e impiegando il giusto valore della capacità e induttanza necessari nel circuito a condensatore, i due circuiti si portano in risonanza elettrica, condizione questa, che io per primo stabilii essere essenziale per ottenere una irradiazione efficiente e un buon accordo.

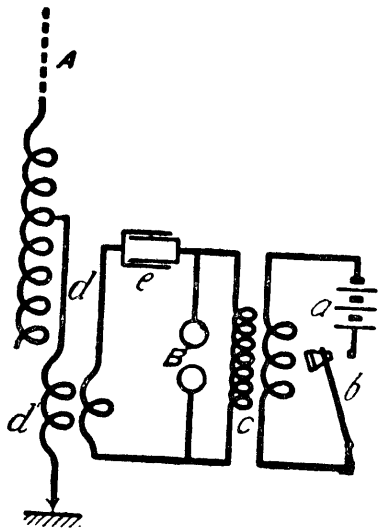



Fig. 3.

In questo momento la pratica più generale è quella di indurre le oscillazioni di alta frequenza nel filo aereo o antenna per mezzo di un circuito capacitativo «serbatoio» accoppiato all'antenna e nel quale le oscillazioni elettriche sono eccitate e mantenute mediante scintilla o arco. Se si usa il metodo della scintilla il condensatore deve avere una capacità relativamente grande, mentre l'induttanza deve essere piccola.

Misurando la capacità in unità elettrostatiche, e l'induttanza in unità elettromagnetiche, il rapporto fra capacità e induttanza è dell'ordine di cinque a uno o di venti a uno.

Come ho spiegato prima, le oscillazioni si trasmettono nel filo aereo accoppiandolo induttivamente con il circuito a condensatore. Se si utilizza un comune tipo di trasformatore di oscillazioni, consistente in due bobine, una delle quali viene inserita nel circuito a condensatore, e l'altra nel circuito del filo aereo irradiante, si dice che i due circuiti sono più o meno strettamente accoppiati a seconda che le due bobine sono più o meno vicine ovvero che esse rappresentano una parte più o meno importante dell'induttanza totale del circuito.

Questi due circuiti si accordano, come se avessero approssimativamente lo stesso periodo naturale di oscillazioni elettriche. Essi poi, allo stesso modo come i diapason, possono essere portati in sintonia. È noto che con un ordinario spinterometro di scarico nel circuito primario, a meno che non sia usato un accoppiamento lasco, le oscillazioni generate in un circuito determinano oscillazioni di due frequenze nei due circuiti. Ciò porta all'inconveniente che l'energia irradiata si divide in due onde di diversa lunghezza, e se il ricevitore si accorda solo con una di queste lunghezze d'onda, utilizzerà o assorbirà soltanto parte dell'energia che arriva al ricevitore, mentre l'energia dell'altra onda è perduta.

Con i nuovi trasmettitori a disco, che sono utilizzati nelle mie stazioni a grande distanza, o col metodo delle scintille frazionate, studiato dal prof. Max Wien di Danzica, è possibile, interrompendo o smorzando le scintille nel circuito condensatore, al momento giusto, aprire il

circuito primario, rendendolo così incapace di oscillare con quell'energia che altrimenti vi sarebbe riportata dalle antenne del circuito irradiante; si evita così l'azione reciproca dei due circuiti che è la causa del prodursi delle due onde col conseguente disperdimento di energia.

Il ricevitore (come è dimostrato dalla fig. 4) è anche composto da un conduttore elevato dal suolo o aereo, unito alla terra o capacità, attraverso un trasformatore di oscillazioni. Quest'ultimo comprende anche un condensatore e un rivelatore, i cui circuiti hanno approssimativamente lo stesso periodo di quello dei circuiti trasmettenti.

È anche possibile accoppiare a un conduttore emittente molti trasmettitori differentemente accordati, e a un filo ricevente un numero di ricevitori corrispondenti, di cui ognuno risponde soltanto alle radiazioni del trasmettitore con cui è in risonanza.

Quando, tredici anni fa, fu stabilita la prima comunicazione telegrafica senza fili tra l'Inghilterra e la Francia per una distanza superiore alle trenta miglia, vi furono molte discussioni e controversie per stabilire se la telegrafia senza fili sarebbe stata pratica per distanze più lunghe di quelle già coperte; sembrò allora prevalere l'opinione generale che la curvatura della terra sarebbe stata un ostacolo insormontabile per le trasmissioni a grande distanza nello stesso modo come essa è un ostacolo per le segnalazioni a considerevoli distanze con fasci luminosi. Altre difficoltà si prevedevano inoltre, come

quelle della possibilità di prevenire reciproche interferenze con stazioni a breve distanza e di controllare praticamente notevole quantità di energia necessaria a coprire le grandi distanze.

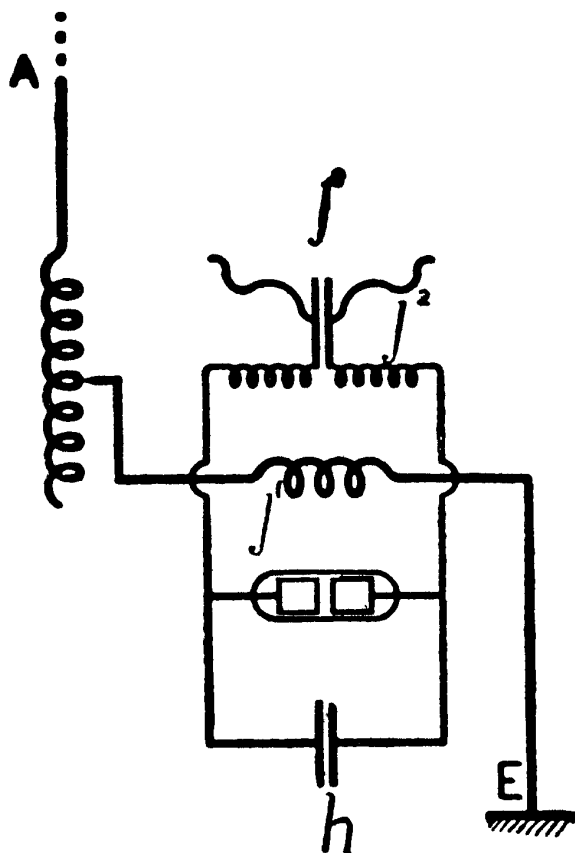



Fig. 4.

Ciò che spesso si verifica nel lavoro dei pionieri, si è ripetuto per la radiotelegrafia. Spesso gli ostacoli e le

difficoltà che si suppongono sono pura immaginazione, o facilmente possono essere superati, ma al loro posto sorgono barriere inaspettate, e il lavoro recente è stato principalmente diretto alla soluzione dei problemi posti da difficoltà, che certamente non erano nè previste nè aspettate quando le grandi distanze furono per la prima volta raggiunte.

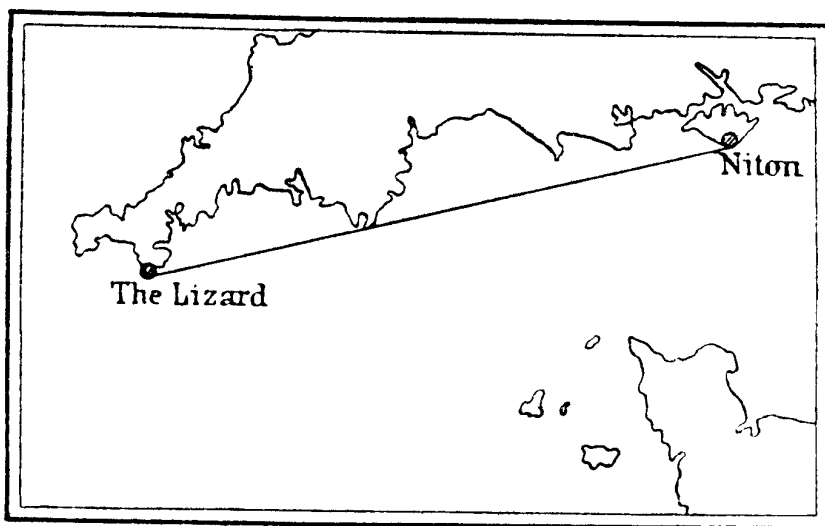



Fig. 5.

Nel gennaio del 1901, compii alcuni esperimenti fortunati fra due punti della costa inglese meridionale, a 186 miglia di distanza, chiamati Punta Santa Caterina, nell'isola di Wight e Lizard in Cornovaglia. L'altezza totale di queste stazioni sul livello del mare era solo una frazione di quanto sarebbe stato necessario per superare

la curvatura della terra. I risultati ottenuti da queste prove, che in quel tempo furono considerate come un primato di distanza, sembravano indicare che le onde elettriche sarebbero state molto probabilmente capaci di seguire la curvatura della terra e che quindi anche a maggiori distanze, quali quelle che dividono l'America dall'Europa, la presenza della curvatura della terra non avrebbe dovuto costituire una barriera insormontabile per l'estensione della telegrafia attraverso lo spazio.

L'opinione che la curvatura della terra non avrebbe impedito il propagarsi delle onde e il successo riportato col metodo sintonico nell'impedire le reciproche interferenze, mi spinsero nel 1900 a tentare delle esperienze, intese a provare se non fosse possibile rivelare le onde elettriche a una distanza superiore alle 2000 miglia.

L'esperimento fu, secondo il mio parere, di grande importanza dal punto di vista scientifico, ed io fui persuaso che la scoperta della possibilità di trasmettere le onde elettriche attraverso l'Oceano Atlantico, e l'esatta conoscenza delle reali condizioni in cui si effettua la telegrafia a grandi distanze, avrebbero perfezionato largamente la nostra conoscenza dei fenomeni connessi alla trasmissione di onde elettriche.

Il trasmettitore situato a Poldhu, sulla costa inglese era simile, come principio, a quello di cui ho già parlato, ma di dimensioni molto maggiori di qualunque altro tentato prima. La potenza dell'impianto generatore era di circa 25 kW.

Numerose difficoltà furono incontrate nel controllare e nell'irradiare per la prima volta oscillazioni elettriche di tale potenza.

Le mie esperienze preliminari mi avevano convinto che per annientare la distanza della comunicazione non era sufficiente aumentare la potenza dell'energia elettrica del trasmettitore, ma era anche necessario ingrandire l'area coperta, ovvero l'altezza dei conduttori elevati dal suolo, sia trasmittente, sia ricevente.

Poichè sarebbe stato troppo costoso usare fili verticali di grandissima altezza, la sola alternativa che restava era di ingrandire la loro dimensione o capacità, cosa che, per alcuni fatti da me notati nel 1895, sembrava dovesse rendere possibile l'utilizzazione di una gran quantità di energia.

Il conduttore trasmittente elevato dal suolo, impiegato a Poldhu durante gli esperimenti con Newfoundland, era composto da circa cinquanta fili verticali di rame, sostenuti in alto da un filo orizzontale teso fra due alberi alti 48 metri e distanziati di 60 metri. Questi fili convergevano insieme in basso formando un gran ventaglio ed erano collegati agli apparecchi trasmittenti, situati in un edificio (fig. 6).

Iniziai gli esperimenti al principio del dicembre 1901, con una stazione ricevente provvisoria situata a St. John, Newfoundland, e il 12 dello stesso mese i segnali trasmessi dall'Inghilterra che consistevano principalmente nelle ripetizioni della lettera «S» furono chiaramente e

perfettamente ricevuti da me e dai miei assistenti in Newfoundland. Esperienze di verifica furono eseguite poche settimane dopo fra Poldhu e una stazione ricevente sul piroscafo *Filadelfia* della linea americana. A bordo di questo bastimento messaggi leggibili furono ricevuti con uno strumento registratore a una distanza di 1551 miglia, e lettere di prova a più di 2099 miglia da Poldhu. I messaggi ricevuti sul *Filadelfia* a distanze diverse furono registrati su zona ed erano veramente chiari e distinti come è possibile verificare sulle zone che io conservo.

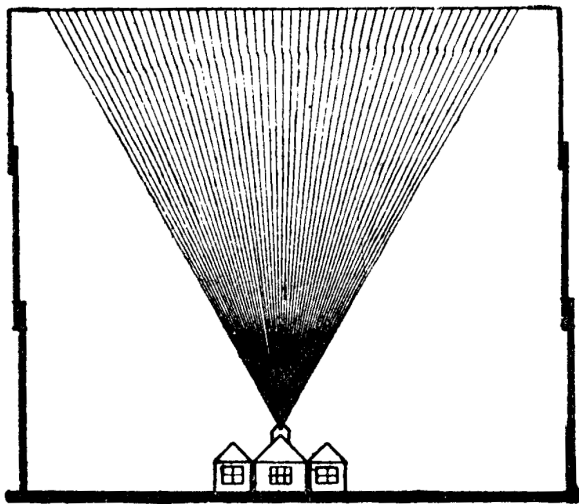



Fig. 6.

Questi risultati, sebbene ottenuti con apparecchi imperfetti, bastarono a convincere me ed i miei collaboratori che, mediante stazioni fisse e con impiego di una

potenza sufficiente, sarebbe stato possibile trasmettere messaggi attraverso l'Oceano Atlantico nello stesso modo con cui erano trasmessi a piccole distanze. Gli esperimenti non poterono essere proseguiti a Newfoundland a causa dell'ostilità delle compagnie dei cavi, che reclamavano i loro diritti per la telegrafia, sia ordinaria sia senza fili, in questa Colonia; per questo motivo la base dei miei lavori pratici e sperimentali sulla telegrafia transatlantica fu trasportata nel Canadà.

La trasmissione delle onde elettriche attraverso l'Oceano Atlantico, compiuta la prima volta nel 1901, costituì di per se stessa una scoperta e l'Istituto americano degli Ingegneri, quale ente scientifico e tecnico, fu il primo a prenderne nota e a celebrarla.

Sebbene si sia detto che nessun apparecchio, nuovo come principio, sia stato usato per ottenere quel risultato, il fatto di poter trasmettere e di ricevere onde elettriche a distanza superiore alle 2000 miglia, costituisce di per se stesso una conferma assoluta della mia convinzione circa la possibilità che le onde elettriche si propaghino a così enormi distanze, e che la curvatura della terra e gli altri ostacoli supposti non debbano impedire loro di essere impiegate per trasportare le espressioni del pensiero umano fra punti comunque distanti del nostro piccolo pianeta.

L'ipotesi accolta generalmente sulla causa di questo assorbimento di onde elettriche da parte della luce solare è fondata sul credere che l'assorbimento sia dovuto

alla ionizzazione delle molecole gassose dell'aria, per effetto della luce ultravioletta; poichè i raggi di luce ultravioletta, che vengono emanati dal sole, sono largamente assorbiti negli alti strati dell'atmosfera terrestre, è probabile che questa porzione dell'atmosfera, che trovasi di fronte al sole, contenga più ioni o elettroni, di quella che si trova in oscurità; perciò, come il professor J. J. Thomson ha dimostrato, quest'aria illuminata e ionizzata assorbe parte dell'energia delle onde elettriche.

La lunghezza d'onda delle oscillazioni impiegate è in stretto rapporto con questo interessante fenomeno, essendo le onde lunghe sottoposte all'effetto della luce del giorno in generale molto meno delle onde corte; infatti per alcuni esperimenti transatlantici, in cui si usarono onde di circa 8000 metri, l'energia, ricevuta durante il giorno alla stazione ricevente lontana, era normalmente maggiore di quella ricevuta durante la notte.

Resta però il fatto che per onde relativamente corte, come quelle usate nelle comunicazioni colle navi, la luce limpida del sole e il cielo azzurro, sebbene trasparente alla luce, agiscono per queste onde come una specie di nebbia. Perciò, le condizioni atmosferiche in Inghilterra, essendo prevalentemente nebbiose e ventose e con cielo nuvoloso, sono di solito favorevoli alla telegrafia senza fili.

Alcune osservazioni recenti, però, rivelano il fatto interessante, che gli effetti variano grandemente secondo la direzione verso cui la trasmissione vien fatta, e i risul-

tati ottenuti, se le trasmissioni avvengono verso il nord o verso il sud, sono spesso diversi da quelli osservati nelle direzioni verso est od ovest.

Ricerche sulle variazioni d'intensità di ricezione delle radiazioni impiegate nella telegrafia transatlantica, sono state recentemente facilitate dall'uso di galvanometri sensibili, mediante i quali l'intensità dei segnali ricevuti può essere misurata con un buon grado di esattezza.

Per le stazioni di piccola potenza come quelle usate sui piroscafi, e che, in accordo colla Convenzione Internazionale, usano onde della lunghezza di 300 e 600 metri, la distanza alla quale possono essere effettuate le comunicazioni durante il giorno è generalmente quasi la stessa qualunque sia l'orientazione reciproca delle navi o della nave rispetto alla stazione fissa a terra, mentre durante la notte si ottengono risultati interessanti e apparentemente diversi. Piroscafi che si trovano oltre le 1000 miglia al sud della Spagna o presso la costa italiana possono quasi sempre comunicare durante le ore di oscurità con le stazioni del Post Office situate sulle coste dell'Inghilterra e dell'Irlanda, mentre gli stessi piroscafi, anche se si trovano ad un'eguale distanza ma nell'Atlantico ad ovest di queste isole e sulla rotta ordinaria fra Inghilterra e America, possono appena comunicare con queste stazioni della costa, a meno che non abbiano strumenti particolarmente potenti.

Bisogna anche notare che per raggiungere piroscafi nel Mediterraneo le onde elettriche debbono oltrepassa-

re una larga porzione dell'Europa e in molti casi le Alpi. Tali grandi estensioni di territori, specialmente se montuosi, costituiscono, come è noto, una barriera insormontabile per il propagarsi delle onde corte durante il giorno. Sebbene tali ostacoli non si trovino fra le stazioni inglesi ed irlandesi, e i piroscafi nell'Atlantico Nord, in rotta verso il Nord America, una trasmissione di 1000 miglia durante la notte, raramente può essere realizzata.

Siamo arrivati a queste conclusioni attraverso un esame minuzioso dei rapporti dei lavori eseguiti durante gli ultimi due anni da molte centinaia di piroscafi e stazioni costiere, poste nelle diverse parti del mondo.

Sebbene le stazioni di grande potenza siano usate ora per comunicare attraverso l'Oceano Atlantico, e i messaggi possano essere inviati di giorno altrettanto bene come di notte, pure vi sono dei periodi, che quasi ogni giorno si ripetono regolarmente, in cui l'intensità dei segnali ricevuti è ridotta al minimo. Così durante la mattina e la sera quando, a causa della differenza di longitudine, la luce del giorno o l'oscurità si estende solo su una parte del percorso attraverso l'Oceano, i segnali ricevuti raggiungono un minimo d'intensità. Sembrerebbe quasi come se le onde elettriche, passando dallo spazio oscuro a quello illuminato e viceversa, si riflettessero e si rinfrangessero in tale modo da deviare dalla traiettoria normale

Risultati ottenuti posteriormente sembrano però indicare che è improbabile che si presenti tale difficoltà

quando si telegrafa a uguali distanze sullo stesso meridiano verso il nord o verso il sud; in questo caso il passaggio dalla luce del giorno all'oscurità avverrebbe più rapidamente su tutta la distanza compresa fra le due stazioni.

Ho qui a mia disposizione alcuni diagrammi, che sono stati attentamente preparati dal sig. H. J. Round. Essi dimostrano la variazione media giornaliera dei segnali ricevuti a Clifden da Glace Bay.

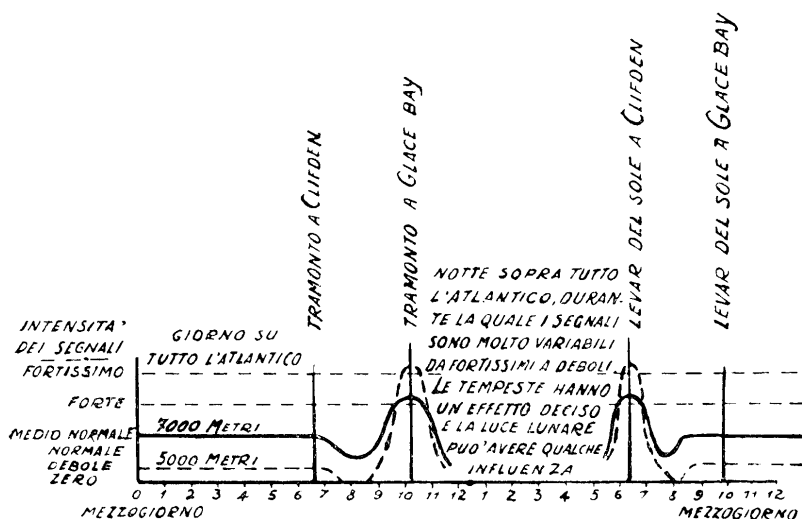



Fig. 7.

Le curve tracciate sul diagramma della figura 7 dimostrano la normale variazione d'intensità di questi segnali transatlantici su due lunghezze d'onda, una di 7000 me-

tri e l'altra di 5000 metri. L'intensità dei segnali uscenti rimane generalmente stabile durante le ore diurne.

Appena poco dopo il tramonto a Clifden essi diventano gradatamente più deboli e circa due ore dopo essi sono al massimo della loro debolezza. Si rafforzano di nuovo dopo e raggiungono un massimo molto pronunziato al momento del tramonto a Glace Bay; i segnali poi ritornano gradatamente all'intensità normale, ma

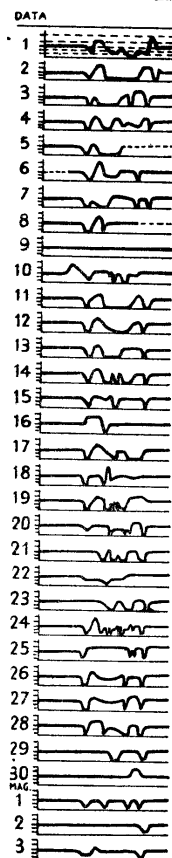



Fig. 8.

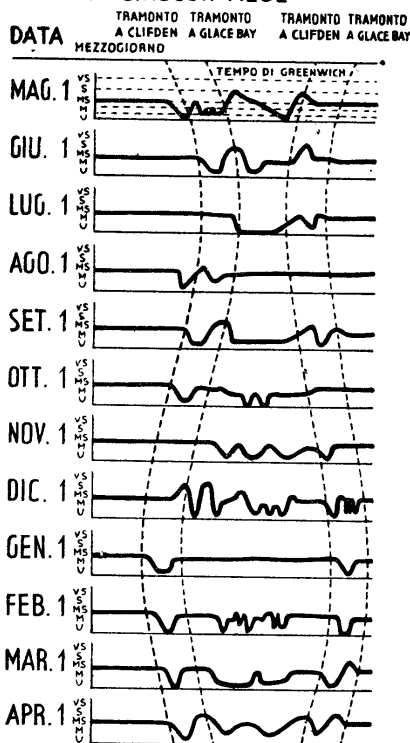



Fig. 9.

durante la notte subiscono molte variazioni. Appena un po' prima del sorger del sole a Clifden incominciano a rinforzarsi stabilmente e raggiungono un altro massimo pronunziato dopo il sorger del sole a Clifden. L'energia

ricevuta diminuisce poi stabilmente finchè non raggiunge un minimo molto pronunziato un po' prima del sorgere del sole a Glace Bay.

N. AMERICA
CLIFDEN
R. N.^ CARLO ALBERTO „ OTTOBRE 1902
POLDHU
EUROPA
GLACE BAY
U.S.M.S. "PHILADELPHIA
CAPE COD
FEB. 1902
OCEANO ATLANTICO
DEL NORD
AFRICA
PIROSCAFO "PRINCIPESSA MAFALDA"
SUD
AMERICA
SETT. 1910
BUENOS AIRES
OCEANO ATLANTICO
DEL SUD

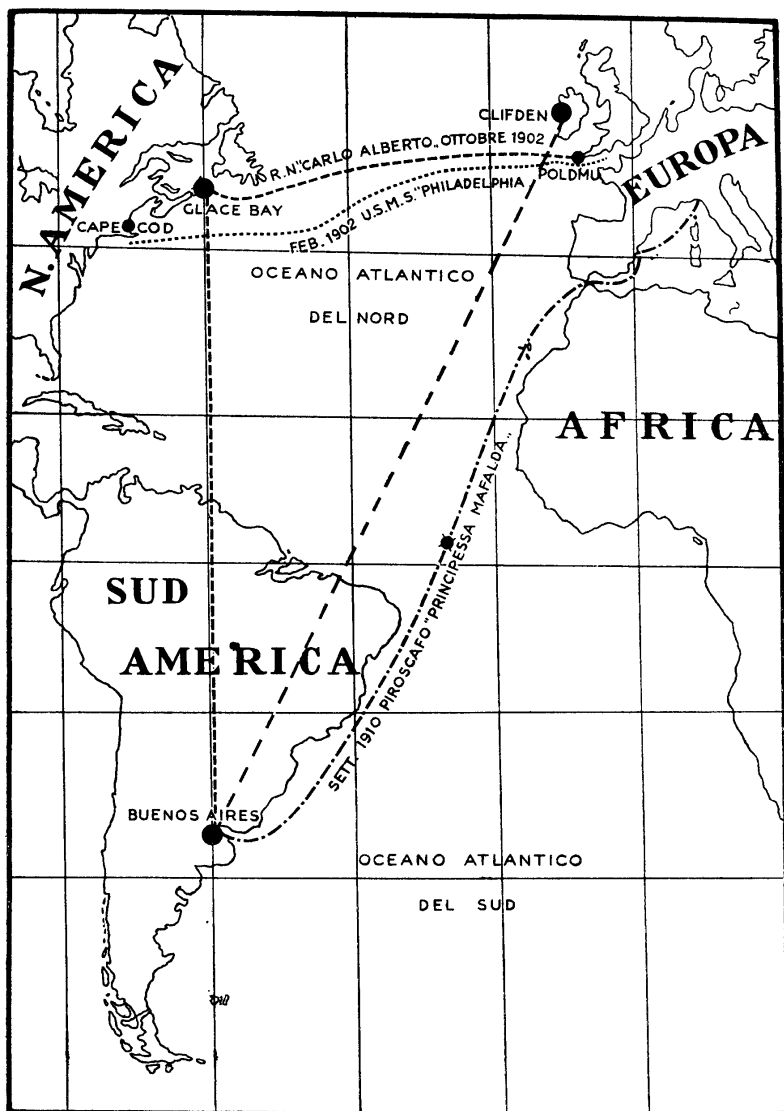



Fig. 10.

Si può notare che, sebbene le onde più corte diano, in media, segnali più deboli, i massimi e i minimi delle variazioni giornaliere d'intensità sono sensibilmente più marcati di quelle delle onde lunghe.

La figura 8 dimostra le variazioni a Clifden durante periodi di 24 ore, cominciando da mezzogiorno per tutto il mese d'aprile del 1911; le linee verticali punteggiate rappresentano il tramonto e il sorger del sole a Glace Bay e a Clifden.

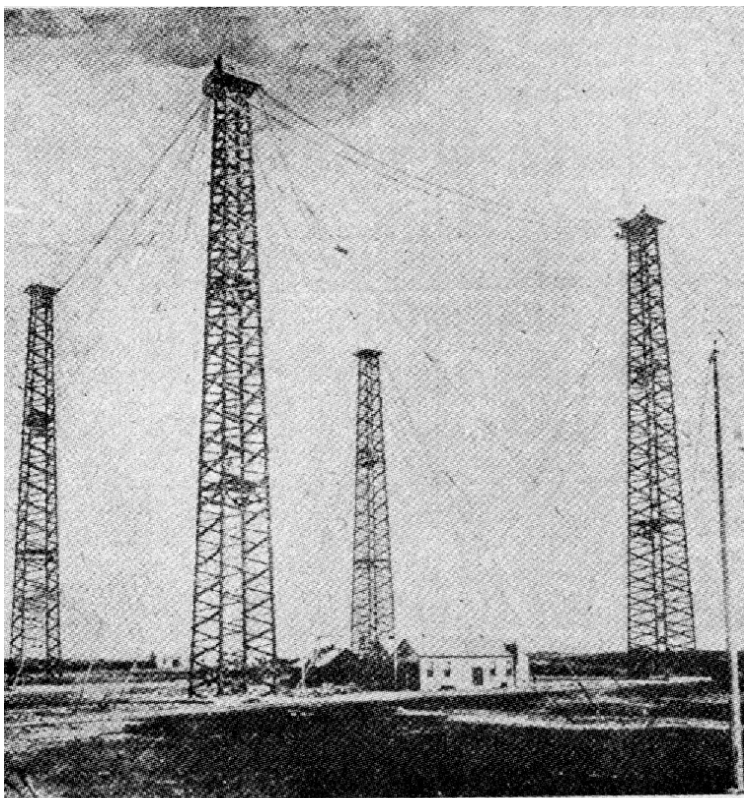



Fig. 11.

La figura 9 mostra la curva per il primo giorno di ogni mese durante un anno.

Esperienze attendibili sono state compiute dal sig. Austin del Dipartimento Navale degli Stati Uniti, sulla verifica delle leggi che governano la relazione fra la diminuzione d'intensità dei segnali e la distanza.

Ho compiuto una serie di esperimenti a grandi distanze, che sono state tentate precedentemente nel settembre e nell'ottobre del 1910, fra le stazioni di Clifden e Glace Bay e una stazione ricevente situata sul piroscafo italiano *Principessa Mafalda* durante il suo viaggio dall'Italia in Argentina (fig. 10).

Durante questi esperimenti il filo ricevente era sostenuto da un aquilone, come fu fatto nelle mie prime esperienze transatlantiche del 1901; l'altezza dell'aquilone variava all'incirca fra 1000 a 3000 piedi. Si ottenevano segnali e messaggi senza difficoltà, di giorno come di notte, per una distanza di 4000 miglia da Clifden.

Oltre questa distanza la ricezione poteva solo compiersi durante la notte. A Buenos Aires, a oltre 6000 miglia da Clifden, i segnali notturni da Clifden e da Glace Bay risultavano generalmente buoni.

È piuttosto notevole il fatto che le radiazioni da Clifden sarebbero state rivelate a Buenos Aires così chiaramente di notte e mai di giorno, mentre al Canadà i segnali che venivano da Clifden (2400 miglia) non erano più forti durante la notte di quel che fossero durante il giorno.

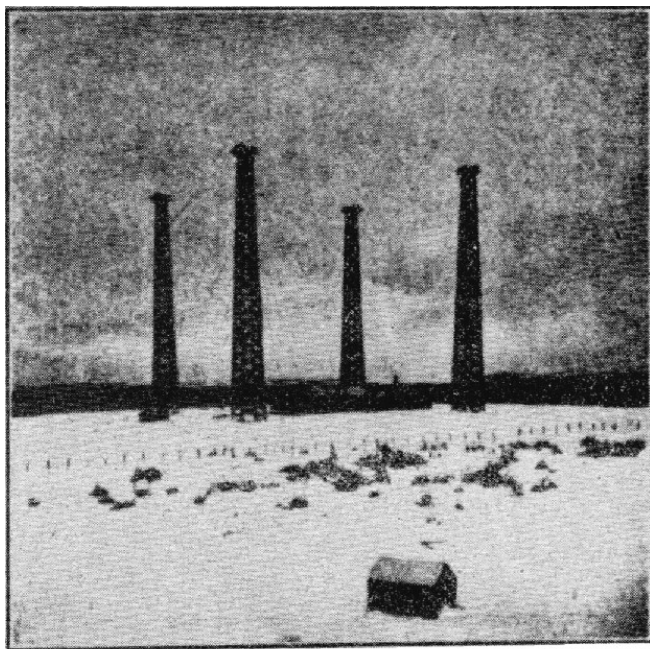



Fig. 12.

Ulteriori prove sono state effettuate recentemente dal Governo italiano fra le stazioni situate a Massaua in Africa e Coltano in Italia.

Questi esperimenti, sono molto interessanti in quantochè la linea di unione fra le due stazioni passa attraverso una terra eccessivamente arida e ampie distese di deserto, includente zone dell'Abissinia, del Sudan e del Deserto Libico. La distanza fra le due stazioni è di circa 2600 miglia.

Un altro fatto molto strano e molto interessante è stato notato solo poco tempo fa alla stazione radiotelegrafi-

ca di Glace Bay. Ed è questo: quando i segnali da Clifden hanno la loro forza minima, i segnali da Coltano, in Italia, situata a 1000 miglia ancora più lontano e dall'altra parte delle Alpi, non raggiungono affatto il loro minimo, sebbene le due ultime stazioni menzionate usino approssimativamente la stessa lunghezza d'onda.

I perfezionamenti introdotti a Clifden e a Glace Bay hanno avuto il risultato di ridurre al minimo le interferenze a cui la trasmissione telegrafica senza fili a grandi distanze era particolarmente soggetta nei primi tempi.

I segnali che arrivano nel Canadà dall'Irlanda sono di regola facilmente letti anche attraverso i normali disturbi elettrici atmosferici. Quest'aumento d'intensità dei segnali ricevuti ha reso pertanto possibile l'uso di strumenti registratori, che non solo dànno una registrazione dei messaggi ricevuti, ma possono anche funzionare a una velocità molto più elevata di quella che sarebbe ottenibile mediante un operatore che riceve a orecchio o per lettura diretta. La registrazione dei segnali si ottiene fotograficamente nel seguente modo. Un galvanometro sensibile a corda di Einthoven è collegato al rivelatore magnetico o al ricevitore a valvole e la deviazione del suo filamento – causata da segnali in arrivo – è proiettata e fissata fotograficamente su una striscia sensibile, che si sposta con una velocità opportuna (fig. 13). Di alcune di queste registrazioni, che io sono in grado di mostrare, è interessante notare i segni caratteristici prodotti insieme ai segnali dalle onde elettriche naturali o da altri

disturbi elettrici dell'atmosfera, che, a causa della loro origine incerta, vengono chiamati in Inghilterra «X» e in America «statics».

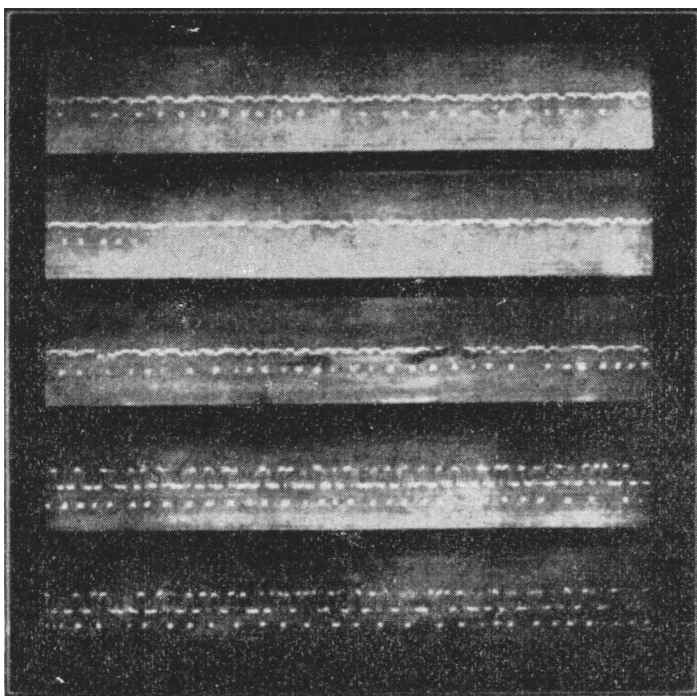



Fig. 13.

Una delle obbiezioni fatte alla telegrafia senza fili riguarda la possibilità di interferenza fra le varie stazioni e la confusione che può facilmente intervenire, quando un certo numero di stazioni funzionano simultaneamente l'una vicina all'altra. Sebbene questa confusione si

raggiunga raramente in pratica colle stazioni e gli apparecchi moderni, pure con i vecchi apparecchi, se essa avviene, non è certo tale da rappresentare un serio inconveniente, come potrebbe sembrare all'immaginazione del pubblico. In moltissimi paesi il funzionamento delle stazioni radiotelegrafiche, per quanto riguarda le comunicazioni fra nave e costa, deve essere sottoposto a criteri opportuni tendenti a prevenire l'interferenza mutua, e sono lieto di sapere che il Governo americano intende promulgare dei regolamenti, che agevoleranno grandemente l'efficienza dei lavori radiotelegrafici.

Ma vi è però il pericolo che i Governi impediscano lo sviluppo di questa nuova arte coll'imposizione di troppe leggi e regolamenti. Noi non possiamo permettere che le onde dell'etere e dello spazio vengano fermate da un segnale d'arresto.

Gli ingegneri telegrafici sanno perfettamente che senza un'adatta organizzazione e disciplina possono sorgere serie difficoltà d'interferenza anche nell'ordinaria telegrafia per filo, che permette a parecchi uffici di lavorare con un sol filo.

Io direi anche che, nel caso della telegrafia senza fili, è spesso un vantaggio che ogni stazione sia capace di captare un messaggio che non è stato effettivamente indirizzato ad essa. Prendiamo per esempio il caso di un piroscafo in pericolo che chieda soccorso.

Sebbene, come ho detto, la telegrafia senza fili possa provare la sua utilità anche se non sintonizzata, pure è

chiaro che per scopi commerciali, finchè non si sia adottato qualche metodo per rendere le stazioni indipendenti una dall'altra, dovrebbe essere imposta una limitazione seria ed effettiva all'utilizzazione pratica del sistema.

Al momento attuale uno dei metodi più pratici per isolare un particolare ricevitore in modo da renderlo sensibile solo ai segnali provenienti da una determinata stazione, è quello di servirci al massimo grado dei principi della risonanza, per accordare i circuiti trasmittenti e riceventi all'esatta corrispondenza e, quando è possibile, di servirci dei metodi direttivi.

Per quanto riguarda la risonanza sorge la questione quale sia il fattore che determina l'efficienza dell'accordo. Se onde di una determinata lunghezza d'onda colpiscono un'antenna ricevente, ne derivano dei segnali; di quanto può esser variata la lunghezza dell'onda o l'accordo del ricevitore, senza che sia perciò impedita la ricezione dei segnali? È chiaro che quanto più piccola sarà questa variazione tanto più perfetto sarà l'isolamento del ricevitore. Ciò dipende esclusivamente dalla forma della curva di risonanza dei circuiti trasmittenti e riceventi. Se una stazione trasmittente irradia onde di determinata lunghezza d'onda e di smorzamenti o decrementi costanti, i circuiti riceventi di tutte le altre stazioni comprese in quel raggio di azione produrranno oscillazioni aventi un certo valore efficace, misurabile con appropriati istrumenti. Se un ricevitore è gradatamente portato in esatta sintonia o accordo con una particolare

trasmittente, mediante modificazione della capacità o induttanza di questo ricevitore, la corrente raggiunge il suo valore massimo e vi è definito minor valore della corrente ricevuta per ogni particolare grado di disaccordo fra i due. La curva, le cui ordinate dànno la corrente del ricevitore corrispondentemente ad ogni particolare regolazione o naturale frequenza della corrente ricevuta, vien chiamata curva di risonanza (fig. 14).

OSCILLAZIONI CORRISPONDENTI ALLA CURVA DI RISONANZA SOPRA RIPORTATA.

SERIE DI TRENI D'ONDA IRRADIATI DALL'AEREO DI CLIFDEN
FREQUENZA DELLE SCINTILLE 500 PER SECONDO

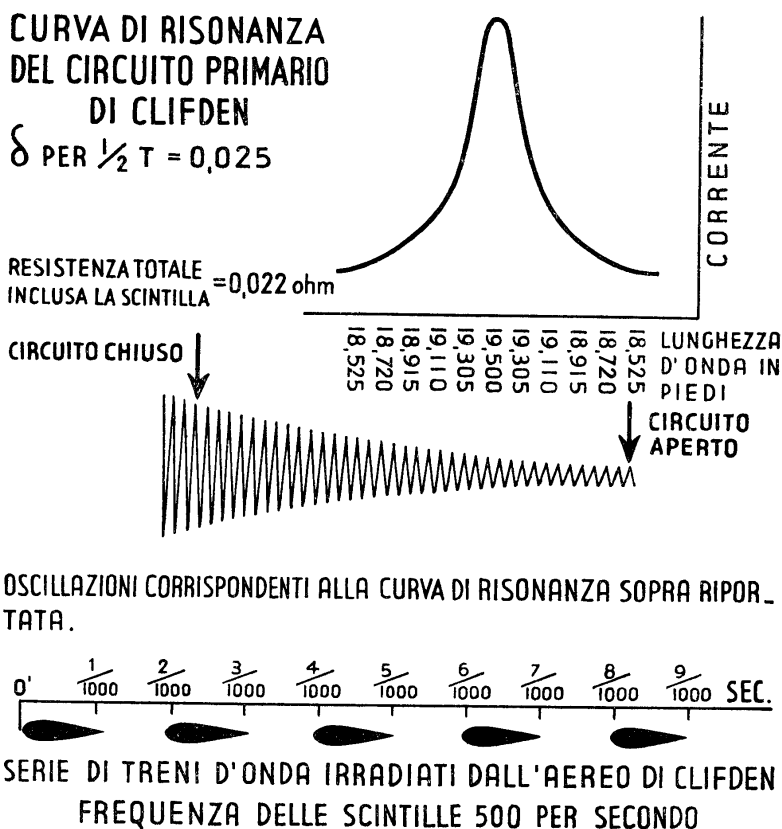



Fig. 14.

Se questa curva ha un picco molto acuto, allora vuol dire che un piccolo disaccordo fra le stazioni renderà il ricevitore inadatto a captare corrente sufficiente per il suo funzionamento.

L'acutezza della curva dipende dalla somma dei decrementi dei circuiti trasmittente e ricevente. Il termine decremento del circuito significa il logaritmo del rapporto fra l'ampiezza di due oscillazioni successive di un treno di oscillazioni.

Per ottenere un accordo molto acuto noi dobbiamo pertanto usare oscillazioni molto poco smorzate o, meglio ancora, oscillazioni non smorzate nel trasmettitore, e inoltre circuiti riceventi in cui vi sia un minimo di dissipazione di energia dovuta a resistenza o ad altre cause.

È allora possibile che una variazione nella lunghezza d'onda delle onde ricevute su di un mezzo per 100 o di cinque per 1000, basti perchè il ricevitore cessi di funzionare. Questo significa che noi possiamo distinguere fra loro due onde di 1000 e 1005 o 1010 piedi di lunghezza e che il nostro ricevitore può essere accordato per rispondere all'una e non all'altra.

La telegrafia senza fili, come l'aviazione, è un'arte per il momento relativamente poco sviluppata; quindi l'intuito personale e l'abilità pratica degli operatori sono di grandissima importanza per superare le difficoltà del momento.

Nelle stazioni a grandi distanze situate a Clifden in Irlanda e a Glace Bay nel Canadà, i dispositivi che hanno dato i migliori risultati sono basati sul mio sistema sintonico del 1900, a cui sono stati aggiunti numerosi perfezionamenti.

Un'importante innovazione dal punto di vista pratico fu l'adozione a Clifden e a Glace Bay di condensatori ad aria, costituiti da piastre metalliche isolate, sospese in aria a pressione normale. In questo modo si riduce notevolmente la perdita di energia, causata dall'isteresi dielettrica, che si ha quando si usa vetro o altro dielettrico solido.

Nell'esercizio si realizza inoltre una notevole economia per l'assenza di rotture dielettriche, giacchè, anche se il potenziale raggiunge valori così elevati da produrre una scarica fra un piatto e l'altro del condensatore, ciò non altera permanentemente l'efficienza del dielettrico poichè l'aria si ripristina da sè ed è una delle poche sostanze che possono essere sostituite con un costo minimo.

Una caratteristica interessante dell'impianto di Clifden, specialmente dal punto di vista pratico e degli ingegneri, è il regolare uso della corrente continua ad alta tensione per la carica dei condensatori. La corrente continua ha un potenziale che può raggiungere 20.000 volt, viene ottenuta con speciali generatori di corrente continua; queste macchine caricano una batteria di accumulatori di 6000 elementi collegati in serie, e si può osservare che questa batteria è la più grande di questo tipo che esista al mondo. La capacità di ogni elemento è di 40 amperora. Usando la sola batteria, la tensione di esercizio è di 11.000 a 12.000 volt, e usando insieme la batteria e i due generatori di corrente continua il potenziale

può essere portato a 15.000 volt utilizzando la tensione degli accumulatori sotto carica.

L'apparecchio, che ho usato per la produzione di treni continui o molto avvicinati di oscillazioni elettriche è il seguente:

Un disco di metallo A (fig. 15) isolato dalla terra vien messo in rotazione a grandissima velocità mediante un motore elettrico a grande velocità o con una turbina a vapore.

Accanto a questo disco, che io chiamerò disco centrale sono piazzati altri due dischi C_1 e C_2, che si possono chiamare dischi polari e che possono anch'essi rotare a grande velocità.

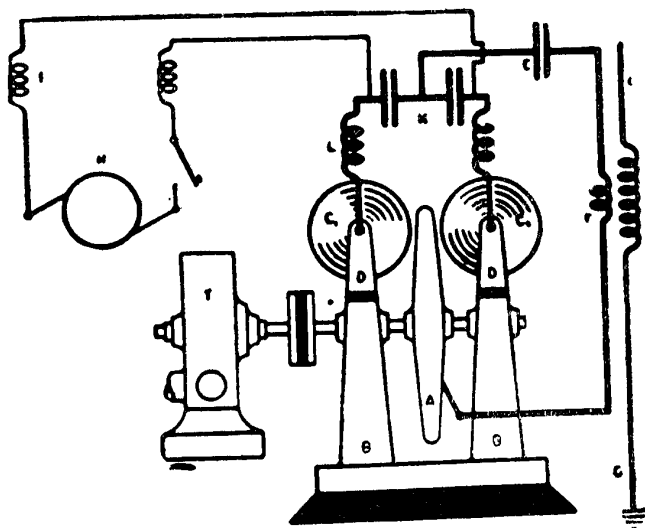



Fig. 15.

Questi dischi polari hanno il loro bordo molto vicino alla superfice periferica del disco centrale.

I due dischi polari sono collegati rispettivamente per mezzo di spazzolette adatte, alle estremità esterne o terminali dei due condensatori K, collegati in serie, e tali condensatori sono inoltre connessi attraverso adatte resistenze induttive ai terminali di un generatore, che può essere una dinamo a corrente continua ad alta tensione.

Il disco centrale a grande velocità è collegato al punto di mezzo dei due condensatori, ed è inserito in un circuito oscillante composto da un condensatore E in serie coll'induttanza, la quale infine è collegata all'aereo induttivamente e galvanicamente.

Se le condizioni necessarie sono soddisfatte ed è usata una f. e. m. sufficiente, una scarica passerà fra i dischi esterni e il disco di mezzo; tale scarica non è nè una scarica oscillatoria nè un arco comune, ma potenti oscillazioni si creeranno nel condensatore E e nel circuito oscillante F.

Ho trovato che per ottenere buoni effetti è desiderabile raggiungere una velocità periferica di oltre 100 metri per secondo; perciò bisogna prendere particolari precauzioni nella costruzione dei dischi. Si possono ottenere oscillazioni elettriche di una frequenza di 200.000 periodi per secondo.

L'apparecchio che ho costruito per ora è di grandi dimensioni e adatto per dimostrazioni in una sala di conferenze.

L'apparecchio funziona probabilmente così:

Immaginiamo che la sorgente di elettricità carichi gradatamente il doppio condensatore K e aumenti il potenziale dei dischi, cioè C_1 positivamente e C_2 negativamente; a un dato momento il potenziale determinerà una scarica attraverso una delle aperture minori, cioè fra C_2 e A. Ciò determinerà un'oscillazione attraverso l'induttanza e il condensatore E e la carica, invertendo le sue polarità, passerà di preferenza da A a C_1, che vien portato a potenziale opposto. La carica di E sarà invertita di nuovo, e ad ogni inversione verrà presa della energia dal condensatore K. Lo stesso procedimento continuerà indefinitamente, e le perdite che si verificano nel circuito

oscillante EF vengono compensate dall'energia fornita dal generatore H.

Se il disco non è messo in rotazione, o ruota lentamente, un arco comune si stabilisce fra i piccoli spazi fra i dischi e non si innesca alcuna oscillazione.

L'efficiente raffreddamento della scarica con la rapida rotazione del disco sembra essere una delle condizioni necessarie per la produzione del fenomeno.

Con l'aiuto di questo apparecchio furono compiuti esperimenti, ma si trovò, come era da prevedersi, che le oscillazioni erano troppo continue e di frequenza troppo alta per far funzionare un ricevitore come il rivelatore magnetico, a meno che non fosse inserito un interruttore in uno dei circuiti del ricevitore. Un ricevitore sintonico a coesore avrebbe senza dubbio funzionato a causa del considerevole aumento di potenziale raggiunto ai suoi terminali per l'effetto cumulativo di risonanza.

I migliori risultati per le grandi distanze si sono ottenuti però con un disco, come si vede nella figura 16, in cui la superficie attiva non è piana, ma si compone di un certo numero di sporgenze o punte alle estremità delle quali le scariche hanno luogo a regolari intervalli. In questo caso, certo, le oscillazioni non sono continue, ma comprendono una regolare successione di onde non smorzate o leggermente smorzate.

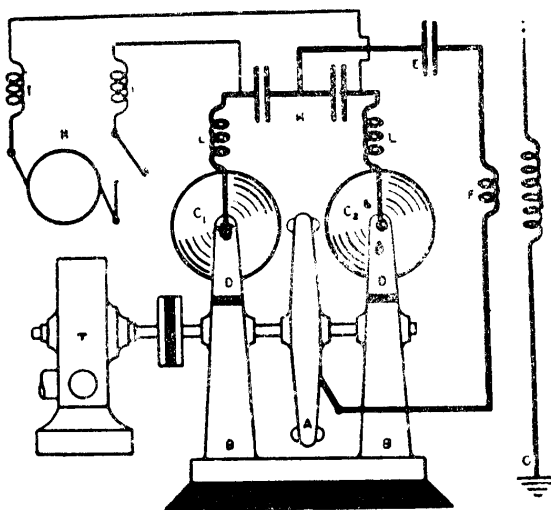



Fig. 16.

In questo modo è possibile generare gruppi di oscillazioni tali da riprodurre una nota musicale nel ricevitore, percepibile al telefono, e quindi distinguere più facilmente i segnali inviati dalla stazione trasmittente dai rumori prodotti dalle perturbazioni elettriche atmosferiche. Con questo metodo si ottengono risonanze molto buone con appropriati e determinati ricevitori.

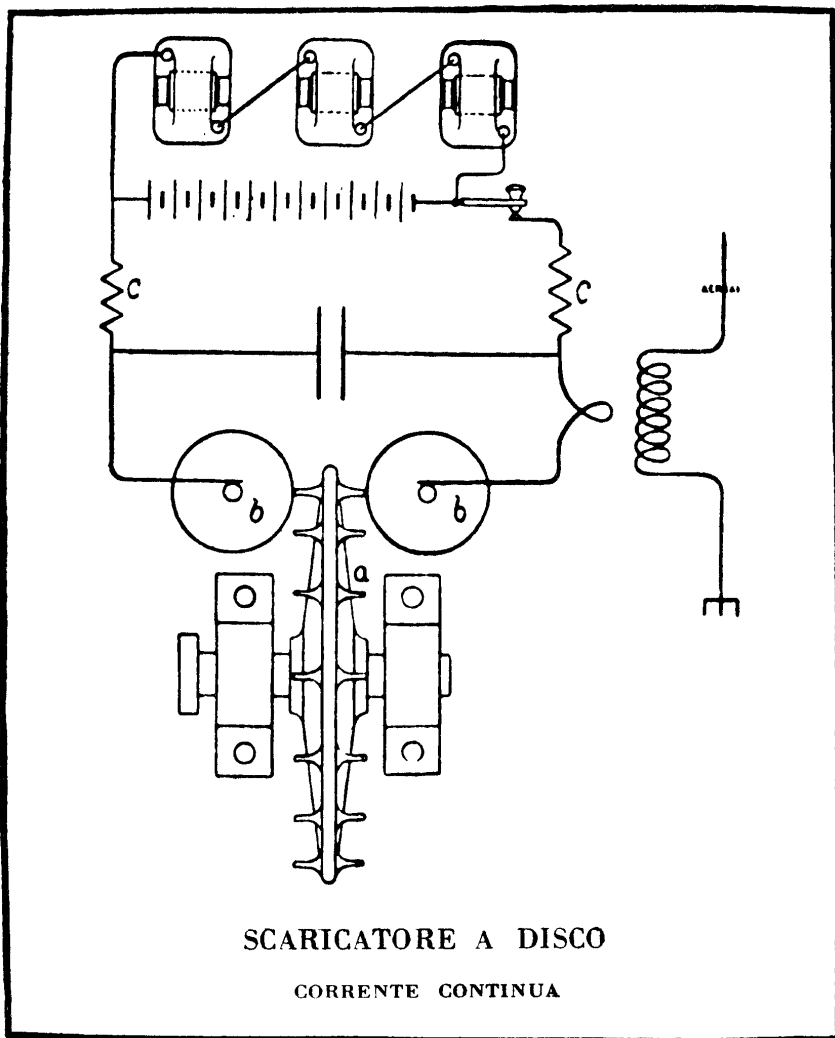



Fig. 17.

L'apparecchio mostrato nella figura 17 è composto di un disco di metallo *a*, guarnito di perni di rame ben fis-

sati a regolari intervalli sulla sua periferia e disposti normalmente al suo piano. Questo disco vien messo in rotazione molto rapida fra due altri dischi *b*, mediante un motore elettrico rapido o una turbina a vapore.

Anche i dischi laterali vengono fatti rotare lentamente in un piano perpendicolare a quello del disco di mezzo. Le connessioni sono illustrate dalla figura. I perni sono di lunghezza tale da toccare quasi i dischi laterali passando fra essi in modo da praticamente annullare lo spazio interposto.

Con la frequenza impiegata a Clifden cioè 45.000 e usando un potenziale di 15.000 volt al condensatore, lo spinterometro è praticamente chiuso durante il tempo in cui ha luogo una oscillazione completa, se la velocità periferica del disco è di circa 600 piedi per secondo. Il risultato è che il circuito primario può continuare ad oscillare senza perdite per effetto della resistenza dello spinterometro. Certamente il numero di oscillazioni, che si producono, dipende dalla larghezza e dallo spessore dei dischi laterali, giacchè il circuito viene aperto bruscamente appena i perni del disco centrale lasciano i dischi laterali.

Il rapido interrompersi del circuito primario tende a smorzare immediatamente ogni oscillazione che possa persistere nel circuito del condensatore, perchè, se l'accoppiamento del circuito del condensatore all'aereo è di un valore adatto, l'energia del primario passerà praticamente tutta al circuito di aereo, durante il periodo di

tempo in cui il condensatore del circuito primario è chiuso dai perni che cortocircuitano lo spazio fra i dischi laterali; ma, in un secondo tempo, l'apertura dello spazio fra i dischi impedisce all'energia di ritornare al circuito del condensatore dall'aereo, come succederebbe se fosse usato un comune spinterometro. In questo modo la reazione normale che dovrebbe aver luogo fra l'aereo e il circuito condensatore può essere eliminata col risultato che, con questo tipo di scaricatore e con un adatto grado di accoppiamento, l'energia viene irradiata dall'aereo sotto forma di un'onda pura, essendo ridotta al minimo la perdita di resistenza dello spinterometro.

Molti suggerimenti riguardanti i metodi per limitare la direzione dell'irradiazione, o per costruire ricevitori speciali sensibili soltanto a segnali provenienti da una direzione determinata, sono stati dati da vari ricercatori, specialmente dal prof. F. Braun, J. Stone, prof. Artom e dai signori Bellini e Tosi.

In una comunicazione fatta alla Reale Società di Londra nel marzo 1906, io dimostrai come fosse possibile, mediante aerei orizzontali, centrare in massima parte le radiazioni emesse, nel loro piano e nella parte della presa di terra verticale. In maniera analoga è possibile individuare l'orientazione o direzione di una stazione trasmittente. Sfortunatamente, fino a poco tempo fa lo Spazio notevole occupato dai fili aerei che devono esser posti a una data distanza fra loro, ha reso tale sistema di difficile impiego a bordo delle navi.

Un recentissimo perfezionamento mi ha, però, messo in grado di costruire un apparecchio che può essere facilmente montato su qualsiasi nave, anche piccola, e mediante questo apparecchio io spero che sarà possibile agli ufficiali di individuare accuratamente la posizione o la direzione di un'altra stazione a bordo di una nave o a terra in condizioni di nebbia, con un errore di solo una frazione di grado.

L'importanza di un tale dispositivo, sarebbe enorme, se fosse capace di vaste e pratiche applicazioni, non solo perchè darebbe i mezzi per evitare collisioni in mare, ma anche perchè, mediante l'uso di due o più stazioni costiere, metterebbe in grado i piroscafi di determinare la loro esatta posizione nella nebbia mediante l'incrocio di due rilevamenti.

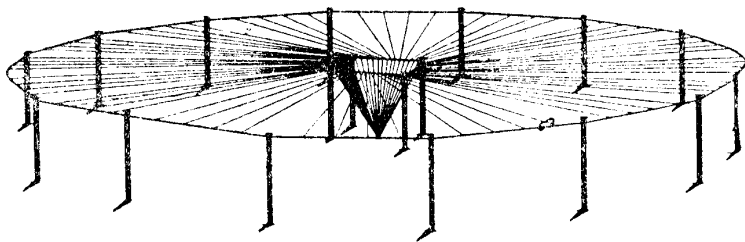



Fig. 18.

Una delle disposizioni di conduttori elevati o fili aerei, che ho provato durante i miei esperimenti a grande distanza è mostrata nella figura 18.

Con questa disposizione furono fatte delle prove nel 1905 e con una lunghezza d'onda di 12.000 piedi si po-

tettero ricevere segnali attraverso l'Atlantico egualmente bene sia di giorno che di notte. Il sistema del filo aereo da me adottato per le stazioni a grande distanza in Inghilterra e nel Canadà è rappresentato nella figura 19. Questa disposizione non solo rende possibile di irradiare e ricevere efficientemente onde di ogni lunghezza richiesta, ma facilita anche la concentrazione della maggior parte della radiazione in una data direzione. La parte orizzontale di questo filo aereo è situata abbastanza in alto in modo che la concentrazione della trasmissione in una direzione non può essere troppo precisa. I risultati ottenuti con questo tipo di conduttore aereo sono notevolmente efficaci.

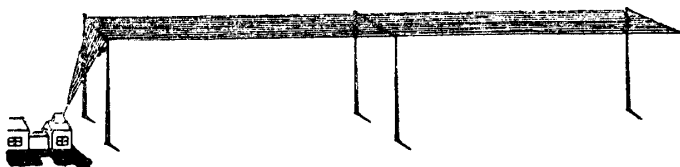



Fig. 19.

Per i ricevitori e i rivelatori, che si usano in questo momento, perfezionamenti materiali vengono introdotti continuamente. Nei primi tempi della telegrafia senza fili si impiegarono alcuni tipi di coesori o di contatti variabili che richiedevano scuotimenti o ripristini alle condizioni iniziali. Oggi sulla maggior parte dei piroscafi sotto controllo delle compagnie Marconi è quasi esclusivamente usato il mio ricevitore magnetico.

Questo ricevitore si basa sulla diminuzione dell'isteresi magnetica, che si manifesta nel ferro quando questo metallo è soggetto, in certe condizioni, agli effetti delle oscillazioni elettriche ad alta frequenza. Recentemente si è trovato la possibilità di sviluppare notevolmente la sensibilità di questi ricevitori magnetici, e di usarli insieme a relé rapidi in modo da registrare messaggi a grande velocità. Un altro tipo di ricevitore si basa sul principio della valvola di Fleming. Essa consiste in una lampada elettrica incandescente il cui filamento è circondato, senza far contatto con esso, da un elettrodo cilindrico di metallo.

La valvola è vuotata d'aria ma certo contiene del gas molto rarefatto. Quando si accende la lampada essa emette elettroni, e questi elettroni o joni negativi, dànno al gas o allo spazio fra il filamento e il cilindro metallico una conduttività unilaterale, come fu dimostrato dal prof. J. A. Fleming in una seduta alla Royal Institution di Londra 19 anni fa.

Pertanto il gas ionizzato, non solo possiede conduttività unilaterale, ma la sua conduttività, come quella di altre sostanze, di cui vi parlerò in seguito, è una funzione del voltaggio applicato.

Il risultato è che quando un tale dispositivo è posto in un circuito ricevitore opportunamente accordato e disposto, esso rettifica il treno di oscillazioni ad alta frequenza che arrivano al filo aereo; queste non potrebbero senz'altro far funzionare un galvanometro o telefono,

ma, rettificate dalla valvola, vengono trasformate in impulsi unidirezionali e possono quindi far funzionare un telefono o un galvanometro od ogni altro comune strumento atto a indicare il passaggio di correnti continue.

È stato recentemente e con successo usato un certo numero di rivelatori di oscillazioni basati sulla proprietà di alcuni cristalli di funzionare come rettificatori di corrente, in quanto posseggono una conduttività in una sola direzione e non in quella opposta e non obbediscono alla legge di Ohm.

Il generale Dunwoodie dell'Armata degli Stati Uniti scoprì nel 1906 che un pezzo di carborundum può funzionare come rivelatore di oscillazioni elettriche, se inserito convenientemente nel circuito ricevente di aereo. Questa proprietà del carborundum è stata poi più accuratamente studiata dal prof. J. W. Pierce di Harvard, il quale dimostrò che un cristallo di carborundum possiede una conduttività unilaterale in misura elevata quando è compresso in un dato modo fra morse metalliche. Egli dimostrò inoltre che la curva di tensione-corrente o curva caratteristica di un cristallo di carborundum non è lineare; cioè il cristallo, come conduttore, non soddisfa alla legge di Ohm, perchè la resistenza del cristallo diminuisce mentre aumenta la corrente; perciò la conduttività del cristallo è una funzione del voltaggio applicato.

Un gran numero di altri rivelatori o ricevitori sono ora in uso, per lo più a scopi sperimentali. Il tempo non mi permette di parlarne ed io ho perciò limitato le mie

considerazioni a quelli di cui ho maggiore esperienza pratica.

Noi dovremmo ricordare che la sensibilità non è il solo requisito di cui deve disporre un rivelatore di onde elettriche. È importante anche che esso sia di semplice e facile messa a punto che non si sregoli facilmente e che non venga danneggiato dal passaggio occasionale di correnti intense provocate da fenomeni elettrici atmosferici.

Sebbene la teoria matematica della propagazione delle onde elettriche attraverso lo spazio sia stata sviluppata da Clerk Maxwell da più di 50 anni, e malgrado tutte le conferme sperimentali finora ottenute circa la natura di queste onde, pure non conosciamo ancora completamente i veri princìpî fondamentali relativi a quei fenomeni di propagazione delle onde sui quali si basa la telegrafia senza fili sulla superficie della terra. Per quanto sia ora assai facile progettare, costruire e mettere in funzione stazioni atte a soddisfare le esigenze commerciali su ogni distanza superiore alle 2500 miglia, pure non è stata ancora data una chiara spiegazione di molti fatti assolutamente accertati concernenti queste onde. Per quale motivo usando onde corte le distanze raggiunte durante la notte sono molto più grandi di quelle raggiunte durante il giorno, mentre usando onde molto più lunghe, la distanza di trasmissione di giorno è quasi uguale a quella di notte o qualche volta perfino più grande?

Quale spiegazione è stata data del fatto che le distanze raggiunte di notte in una direzione nord-sud sono tanto più grandi di quelle che si possono ottenere in direzione est-ovest?

Perchè avviene che le montagne e la terra possono così fortemente impedire la propagazione delle onde corte quando v'è il sole e non durante le ore di oscurità?

C'è una questione connessa alla trasmissione radiotelegrafica, che soltanto ora, credo, incomincia ad attirare l'attenzione che merita. È la funzione della terra nella radiotelegrafia.

A mio parere, per molto tempo non fu preso molto in considerazione il probabile effetto della conduzione della terra specialmente per quanto riguarda la trasmissione delle oscillazioni a grandi distanze.

I fisici hanno pensato per lungo tempo che la telegrafia senza fili dipendesse esclusivamente dagli effetti delle radiazioni hertziane libere attraverso lo spazio, e passarono molti anni prima che il probabile effetto della conduttività della terra fosse preso in esame e discusso.

Lord Rayleigh, nel riferire sulla radiotelegrafia transatlantica in una sua lettera alla Reale Società di Londra, letta nel maggio 1903, espresse l'opinione che la sola diffrazione non poteva spiegare il ripiegamento delle onde intorno alla curvatura della terra. Il prof. J. A. Fleming ha dato diagrammi ricavati in base alla ipotesi di una rappresentazione schematica del distaccarsi di mezzi anelli di tensione elettrica da un singolo filo verticale

(fig. 20). Come si vede, tenendo conto di queste ipotesi, le onde non si propagano nello stesso modo, come radiazioni libere, ma scivolano lungo la superficie della terra.

Il prof. Zenneck, ha esaminato attentamente gli effetti degli aerei riceventi e trasmittenti collegati a terra e ha tentato di dimostrare matematicamente che, quando le linee di forza elettrica, formanti un fronte d'onda, passano su una superficie di potere induttivo specifico basso come la terra, si inclinano avanti, perchè le loro estremità inferiori vengono ritardate dalla resistenza del conduttore che esse incontrano.

Le ricerche di Zenneck indicano che l'aumento della lunghezza d'onda riduce l'energia dissipata dalla conduttività della terra.

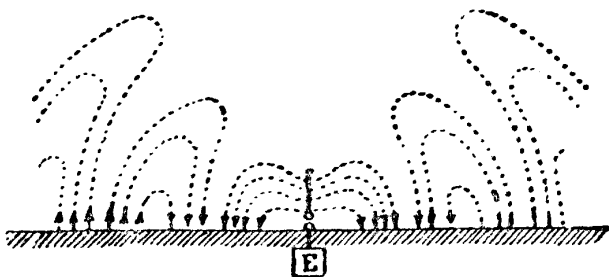



Fig. 20.

I professori Poincaré e Weeland hanno anche studiato a fondo la questione dell'effetto della conduttività della terra sulle trasmissioni dei segnali radiotelegrafici.

Sembra perciò abbastanza bene stabilito che la telegrafia senza fili, così come vien messa in pratica attualmente, dipende, in larga misura, dalla conduttività della superficie terrestre, e che la differenza nella conduttività fra la superficie del mare e quella della terra basta a spiegare la maggior distanza che si può raggiungere sul mare, in confronto a quella su terra.

Oso dire perciò che non ero troppo in errore, come poteva sembrare a qualcuno, quando, utilizzando la terra come parte del mio circuito oscillante, stabilii che la trasmissione sarebbe avvenuta attraverso la terra, provocando lungo la sua superficie una specie di terremoto elettrico.

Se le onde libere nello spazio sono anche trasmesse a grande distanza è possibile che esse raggiungano sovente i ricevitori non in fase con le onde provenienti da un percorso effettuato lungo la superficie della terra. Questo può spiegare l'anomalia, spesso riscontrata nella trasmissione radiotelegrafica, per cui riesce difficile comunicare fra alcune posizioni particolari, mentre riesce facile fra altri posti, anche se situati a distanze maggiori.

Resta il fatto, ben accertato e confermato, che è più facile comunicare sul mare, che sulla terra ferma. Abbiamo fortunatamente in questo caso un altro esempio della natura, che si aiuta nell'utilizzazione delle sue forze sulla terra ferma, dove è facile erigere e mantenere i pali e i fili della comune telegrafia. La radiotelegrafia ha incontrato alcune difficoltà; ma sul mare, dove connes-

sione e comunicazione fra piroscafi è essenziale per la loro sicurezza, e dove i pali e fili telegrafici non possono essere impiantati, sembra che ci siano concesse particolari facilitazioni che ci permettono di utilizzare rapidamente questo mezzo di comunicazione che in molti casi è il solo possibile.

Inoltre, questo grave nemico della sicurezza dei piroscafi – la nebbia – sembra favorire la trasmissione radiotelegrafica, che d'altronde è generalmente assai più utile con tempo nebbioso che con tempo buono.

Se la telegrafia senza fili sostituirà o no i cavi è una questione che soltanto il tempo potrà decidere. L'idea che essa possa divenire assai presto uno dei mezzi principali di comunicazione a grande distanza, non è accolta benevolmente in Inghilterra dove più di 300.000.000 di sterline sono attualmente investiti in cavi.

Non vi è dubbio alcuno, però, che questo nuovo metodo, che non conosce frontiere o divisioni politiche, tenda ad abbassare il prezzo e ad estendere i nostri mezzi di comunicazione fra punti distanti della terra e rendere accessibili le comunicazioni telegrafiche alla maggioranza delle persone per cui le tariffe telegrafiche attuali sono proibitive. Anche per il servizio stampa essa è già molto usata. Quasi tutte le notizie d'Europa pubblicate in alcuni dei grandi quotidiani di New-York arrivano attraverso l'Atlantico senza bisogno di un cavo o di una linea artificiale. Il «New-York Times» che ha fatto molto per incoraggiare l'applicazione commerciale della

telegrafia senza fili a grandi distanze, ha ricevuto messaggi a New-York da Londra in meno di 10 minuti, sebbene questi messaggi si siano dovuti trasmettere anche sulle linee terrestri colleganti le stazioni costiere con Londra e New-York.

Con stazioni radiotelegrafiche vicine alle due grandi città sarebbe possibile raggiungere la stessa velocità ottenuta con i cavi senza sacrificare la precisione delle trasmissioni. La facilità con cui è stata eliminata l'interferenza fra le stazioni transatlantiche di grande potenza ha superato parecchio le mie aspettative e adesso si fanno in Inghilterra dei dispositivi per il funzionamento simultaneo di un certo numero di stazioni per grande distanza su aeree limitate.

In undici anni la portata utile della radiotelegrafia è aumentata da 200 miglia a oltre 3000 miglia. Tenendo conto di questo fatto sarebbe da ardito profeta l'affermare che cosa non sarà possibile ottenere in altri undici anni.

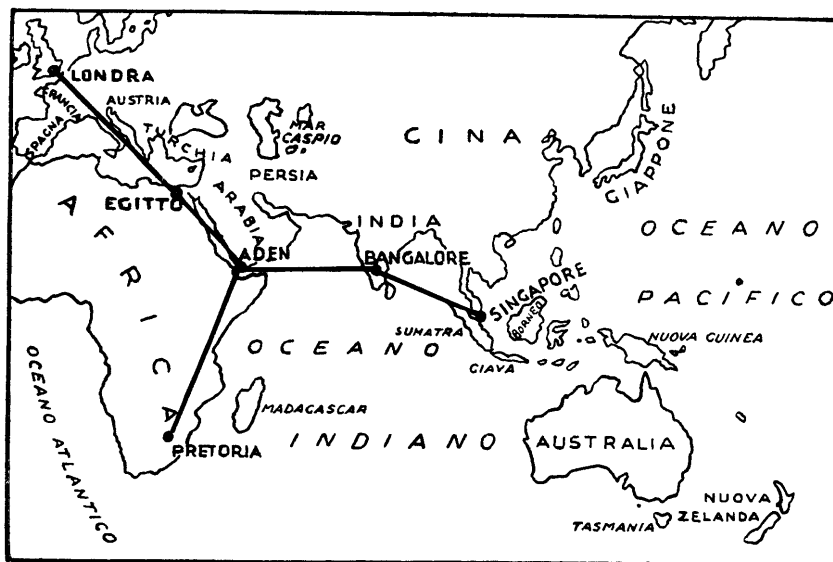



Fig. 21.

Il governo inglese ha deciso di erigere un sistema di radiotelegrafia imperiale per le comunicazioni commerciali fra l'Inghilterra e le principali colonie inglesi, e già un contratto è stato stipulato per effettuare questo programma.

Le seguenti stazioni saranno erette quanto prima: Inghilterra, Cipro, Egitto, Aden, Bangalore, Sud Africa e Singapore e si prevede che altri seguiranno in un immediato futuro (fig. 21).

Si sta studiando di gettare un ponte sull'Oceano Pacifico per mezzo di stazioni radiotelegrafiche sulla costa ovest degli Stati Uniti, Giappone e Cina.

Appena queste stazioni saranno completate la radiotelegrafia abbraccerà tutto il globo.

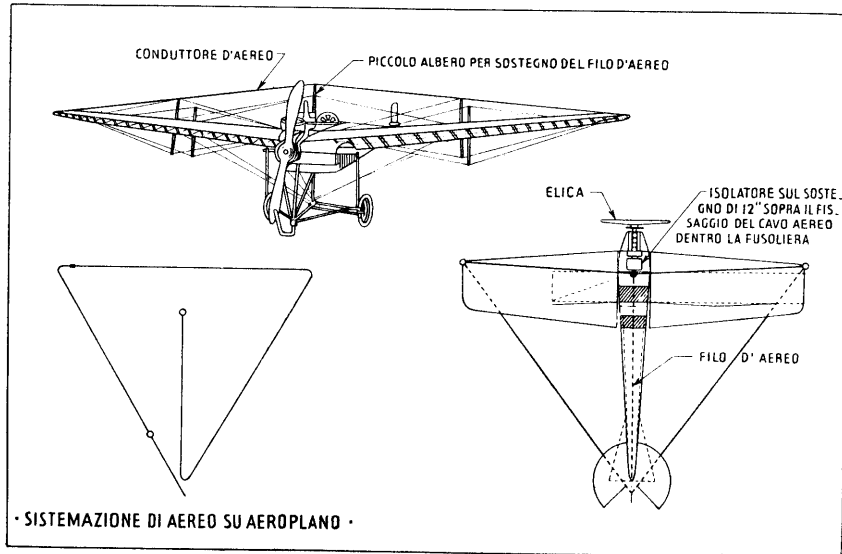



Fig. 22.

Le dichiarazioni fatte alla Camera dei Comuni dal Ministro inglese delle Comunicazioni per dimostrare che il Governo britannico era contrario a investire capitali in cavi transatlantici dello Stato e che si studiava di introdurre la radiotelegrafia per comunicare con le Colonie distanti, hanno avuto una diretta influenza sui rapporti fra la telegrafia per cavo e la radiotelegrafia.

Durante la guerra di Tripoli, e anche in Inghilterra, sono state fatte delle prove circa il problema di applicare la radiotelegrafia agli aeroplani. Ogni anno di più gli aeroplani diventano il mezzo più adatto per le osserva-

zioni militari e come le navi in mare, l'unica forma di comunicazione che essi possono adottare a considerevole distanza, è la radiotelegrafia.

Esperienze che hanno dato buon risultato sono state fatte su aeroplani che volavano a distanze di poche miglia dalla loro base e sono stati ottimamente registrati i movimenti delle truppe.

Il metodo adottato è quello di usare un filo che pende dall'aeroplano e che agisce come radiatore aereo e come collettore, mentre la struttura metallica del velivolo è usata come contrappeso.

Comunque, a prescindere dal suo funzionamento a grande distanza, il principale vantaggio della radiotelegrafia può forse essere diviso attualmente in due parti: quando essa è usata per comunicazioni su mare e per comunicazioni su terra. Molte nazioni come l'Italia, il Canadà e la Spagna, hanno già aggiunto ai loro ordinari sistemi di telegrafia impianti radiotelegrafici; ma qualche tempo dovrà ancora passare prima che questo metodo di comunicazione possa essere largamente usato per comunicazioni interne in Europa o negli Stati Uniti, a causa della rete efficiente di linee telegrafiche e telefoniche terrestri già esistente e che non rende necessario altro mezzo di comunicazione.

È quindi probabile che, in ogni caso, il principale impiego della radiotelegrafia sia attualmente limitato alle comunicazioni sul mare e in paesi nuovi e non ancora civilizzati, in alcuni dei quali le condizioni climatiche o

altre cause impediscono in modo assoluto la manutenzione efficiente di linee telegrafiche terrestri. Una prova di ciò è data dal successo riportato nel funzionamento delle stazioni recentemente impiantate in Africa Orientale.

Per la maggior parte delle persone il lato più meraviglioso della telegrafia senza fili è forse rappresentato dal suo impiego sul mare. Fino al momento in cui essa è stata introdotta, appena il piroscafo raggiungeva una distanza apprezzabile da terra, si poteva salutare la costa e non vi era altro mezzo per rimanere in contatto con la terrafferma, per tutta la durata del viaggio. Coloro che fanno invece oggi un lungo viaggio per mare non sono più a lungo tagliati dal resto del mondo e la quiete e l'isolamento che era possibile godere a bordo di una nave sono diventate cose del passato. Gli uomini di affari possono continuare a corrispondere coi loro uffici in America o in Europa, normali messaggi possono essere scambiati fra passeggeri e i loro amici a terra; perfino un giornale quotidiano viene pubblicato a bordo di alcuni fra i più importanti piroscafi per dare le principali notizie del giorno.

Il principale vantaggio della radiotelegrafia sta però nella facilità con cui essa permette alle navi in pericolo di comunicare la loro situazione alle navi vicine o alle stazioni della costa e una delle mie più grandi soddisfazioni è stata quella di vedere che finora essa non ha

mancato una sola volta nel trasmettere con successo la domanda di soccorso nel momento critico.

Che la radiotelegrafia sia considerata per questo motivo come indispensabile è mostrato dal fatto che molti Governi, compreso quello degli Stati Uniti di America, hanno approvato una legge che considera l'impianto di telegrafia senza fili come indispensabile a bordo delle navi da passeggeri che entrano nei loro porti.

Pel fatto che l'attenzione del pubblico americano e quella dell'intero mondo civile, è stata durante questa settimana, penosamente attirata dal più grande disastro che si registri negli annali della navigazione, non posso fare a meno di riferirmi, sebbene con dispiacere, a questa terribile e spaventosa catastrofe i cui particolari dobbiamo ancora apprendere più completamente di quanto non ci siano pervenuti per mezzo della radiotelegrafia da una distanza di centinaia di miglia.

Credo che mi comprenderete se vi dirò che chi ha avuto occasione di lavorare intorno ai problemi di radiotelegrafia e molti di coloro che, come me, sono stati in diretto contatto con le meraviglie e i pericoli del mare, provano un profondo senso di gratitudine per la telegrafia attraverso lo spazio che ha ancora una volta contribuito in questa occasione alla salvezza di centinaia di vite preziose.

Permettetemi inoltre di cogliere quest'occasione per esprimere la mia sincera riconoscenza per i generosi sentimenti che la stampa americana ha avuto per me in

questo momento di profondo dolore causato dall'affondamento del *Titanic*.

Presidente BOTTOMLEY: Signore e Signori, la presente conferenza è stata una delle più interessanti che sia stata mai tenuta innanzi a questa Società. Come direttamente interessato al sistema Marconi, ho seguito tutto quanto è stato detto per dieci anni intorno alla radiotelegrafia e questa è la più lucida e la più completa rappresentazione del soggetto che ho avuto la fortuna di udire. Il prof. Pupin aprirà la discussione. (*Applausi prolungati*).

Prof. PUPIN: Sig. Presidente, Membri ed Ospiti della Società Elettrica di New-York, G. Marconi mi ha pregato di intervenire e di pronunziare qualche parola in merito al tema di questa conferenza. Mi trovavo a Washington, ma abbreviai la mia permanenza per aderire, in tempo, al suo invito.

Egli mi ha chiesto di dire poche parole, perchè ritiene che io abbia molte idee sane intorno alla radiotelegrafia. Ciò dimostra che egli non è soltanto un gentile come italiano, ma anche un irlandese con alcune delle caratteristiche nazionali e che io sono uno slavo facilmente sensibile alle adulazioni; e così sono qui.

Non sono qui per dirvi cose importanti intorno alla sua invenzione, giacchè ne avete già sentite abbastanza su quest'argomento. Voglio invece dirvi poche parole sull'uomo che fece l'invenzione. (*Applausi*).

Effettivamente, non mi curerò di uscire troppo dalla mia strada per fare l'apologia di un inventore, perchè gl'inventori sono numerosi e il mondo n'è pieno ed essi non hanno alcun bisogno di apologia; il loro lavoro parla per essi. Ma quando si tratta di fare un complimento a un uomo, questa è un'altra questione e i fini inventori che siano al tempo stesso fini uomini sono piuttosto rari.

Io richiamo la vostra attenzione sulla prima parte della conferenza di G. Marconi; io non ero presente ad ascoltarla, ma l'ho letta questo pomeriggio in treno. La prima cosa che risalta in questo lavoro è la sua estrema modestia. Egli dice che Faraday ed Henry e Maxwell ed Hertz – tutti grandi uomini senza dubbio – furono suoi predecessori nella sua opera; e voi potreste pensare che tutto quel che restava da fare a Marconi era solo un passo. Ora, è un fatto che ciò non sta precisamente così. (*Risa*). Joseph Henry e Faraday e Maxwell non hanno niente da fare con questo.

Non scherzo, nè voglio essere comico, ma cerco di dire soltanto una cosa che è evidente. Dico la verità. Dico ciò che ho già scritto in diverse occasioni. Ho diverse testimonianze in proposito. (*Risa*).

Ci fu un professore famoso, il defunto prof. Rowland di John Hopkins, che aveva una causa contro la Compagnia di Costruzioni del Niagara; durante l'interrogatorio gli fu chiesto: «Chi è il più grande fisico del mondo?» – «Non lo so» – rispose. Allora la parte avversa chiese: «Chi è il più grande fisico di questo paese?» – «Sono

io» – rispose. I suoi amici rimasero piuttosto male impressionati di questa dimostrazione di una sicurezza scientifica e fecero delle rimostranze. Ed egli rispose: «Avevo giurato e dovevo dire la verità».

Ora, allo stesso modo, ciò che io dirò intorno all'opera di Marconi non è un complimento o un fiore che gli getterò: egli non ne ha bisogno.

La prima persona che diede il primo impulso alla telegrafia senza fili, fu Sir William Thompson, morto come Lord Kelvin (egli fu creato Lord grazie ai suoi meriti scientifici) e ciò accadde al tempo in cui egli posò il primo cavo atlantico nel 1854 o 1855. Egli fu il primo a mostrare che l'elettricità sotto certe condizioni si muove di moto oscillatorio – avanti e indietro – e oscilla con una velocità non concepibile nel caso di movimenti materiali.

Ora, potete chiedermi a quale causa io attribuisco il moto oscillatorio dell'elettricità: perchè alla stessa causa attribuiscono il moto oscillatorio della materia. Perchè una corda di piano oscilla quando si suona? Per la stessa ragione l'elettricità oscilla, perchè essa ha inerzia e ha elasticità. E se l'inerzia è piccola e la rigidità elastica grande, essa oscillerà molto rapidamente. Tutto questo è dovuto a lui. Thompson fu il primo a far notare ciò; e questo è il materiale esistente dal 1858 al 1896.

È un fatto notevole che, contrariamente a quanto Marconi vi ha detto di Maxwell, Maxwell non ha mai scritto un rigo, mai una parola sola sul moto oscillatorio

dell'elettricità in condensatori come quelli usati da Marconi. Non voglio con questo andare contro Maxwell! (*Risa*). Ma perchè dargli credito per qualche cosa che egli non ha fatto o che non si è curato realmente di fare?

Perchè egli non si è curato di farlo? Perchè egli era occupato con un altro problema. Egli era occupato con la teoria elettromagnetica della luce. (Leggere le sue lettere scritte al padre dal Trinity College di Cambridge). Egli dice: «Sto lavorando alla teoria elettromagnetica della luce, e ci sono arrivato; è un gran colpo».

Ecco dunque intorno a che cosa lavorava. Egli non si curò del moto oscillatorio nei condensatori e delle scariche elettriche oscillanti; cercò di dimostrare altre cose. Le correnti esistono nell'aria; tutti i predecessori di Maxwell non supponevano che potessero esistere delle correnti in un isolante: aria, gomma paraffina o vetro. La vecchia teoria dell'elettricità non teneva conto di queste correnti: la teoria di Maxwell lo fece ed Hertz provò sperimentalmente l'esattezza della teoria di Maxwell.

Ma tutto questo meraviglioso lavoro non ha realmente niente a che fare con la telegrafia senza fili, tranne che pel fatto che Hertz usava nelle sue ricerche le scariche elettriche oscillanti.

Si dice che le onde di Hertz sono in relazione con la telegrafia di Marconi. Queste onde, in realtà, non hanno niente a che fare con la telegrafia di Marconi.

La prima volta che fu ottenuta la radiotelegrafia attuale fu quando Marconi collegò il suo filo trasmettente al suolo e il suo filo ricevente al suolo e fece partire la scintilla. Questa fu la prima onda radiotelegrafica e non è un'onda hertziana e non ha niente a che fare con essa. Se dobbiamo dare un nome a quest'onda chiamiamola onda Marconi. (*Applausi*).

Il defunto prof. Hertz cercò di dimostrare la teoria elettromagnetica della luce. Ricordate l'esortazione del Poeta: «Attaccate il vostro carro a una stella». Hertz attaccò il suo carro (il suo oscillatore) a una stella; egli non prestò alcuna attenzione alla terra. Ma, oggi, nell'effettiva segnalazione radiotelegrafica voi avete attaccato il vostro carro alla terra; e Marconi fu il primo ad attaccare il suo carro alla terra quando collegò al suolo i suoi fili ricevente e trasmettente.

Per la storia, questo è da attribuirsi a lui in modo assoluto. (*Risa e applausi*). Spero di essere stato esatto e credo di esserlo.

Ma non è questo il motivo per cui ho parlato di ciò. L'ho fatto per mostrare quale uomo estremamente modesto egli sia. Per quanto io leggo, egli non rivendica a sè nulla; mentre, a mio parere, la prima rivendicazione per la radiotelegrafia appartiene a lui esclusivamente e a nessun altro.

Ora, veniamo alle altre parti. Potete chiedermi perchè, negli ultimi quindici o sedici anni, non sia stato raggiunto un progresso maggiore.

Bene, io ho posto a me stesso questa domanda e ho sentito porla da altri. In primo luogo vi fu una gran quantità di interferenze da parte del mondo esterno. Quando fu introdotta la telegrafia senza fili ognuno la rivendicò a sè; ognuno disse: «Non c'è niente di nuovo in ciò». «Non ci preoccupiamo dei brevetti Marconi. Noi faremo da soli. C'è molto denaro da guadagnare». E ogni Tizio, Caio, Sempronio si dedicò alla telegrafia senza fili. Molti di questi sono ora sotto chiave, grazie a Dio!

Per sviluppare una nuova arte, occorre un grosso appoggio finanziario, e gli azionisti reclamano i dividendi e il pubblico interferisce con voi ad ogni momento ed è abbastanza duro resistere e fare dell'effettivo lavoro scientifico. Tale lavoro può essere fatto solo da un uomo che non sia disturbato da altri pensieri.

Se la radiotelegrafia non ha fatto in questi ultimi sedici anni quel progresso che avrebbe potuto fare la colpa è del mondo non è di Marconi. (*Applausi*). Il mondo ha interferito troppo!

Ma le cose stanno migliorando, molto migliorando sia per quanto riguarda il progresso attuale sia per quello futuro. Avete sentito Marconi esporre il suo caso molto chiaramente. Egli ha fatto cose meravigliose e ne sta facendo oggi altre meravigliose. Dieci anni fa, quando annunziò di aver trasmesso felicemente attraverso l'Atlantico la famosa lettera «S» la gente non gli credette. Pensarono che non fosse possibile. L'American Insti-

tute of Electrical Engineers non si curò di quest'opinione: esso credette nella parola di Marconi. Io anche la credetti e in quell'anno gli offrimmo un banchetto per congratularci con lui del suo meraviglioso successo. Oggi noi riceviamo non so quante migliaia di parole al giorno dall'altra parte del mondo e nessuno pensa a ciò.

Ora, questo è un immenso successo rispetto alle difficoltà; e questo ha richiesto soltanto dieci anni. Come ha fatto notare Marconi, vi erano moltissime difficoltà che egli poteva prevedere e che ogni scienziato avrebbe potuto provedere; ma vi erano anche tante difficoltà che nessuno fosse anche stato dotato di un intuito quasi sovrumano, avrebbe potuto prevedere: per esempio l'ineguaglianza delle trasmissioni durante il giorno e durante la notte. Ma accade che uomini dotati di buona preparazione scientifica, e che sono particolarmente intelligenti, non sempre siano dotati anche di buon senso pratico. Essi sono troppo rapidi; traggono troppo rapidamente delle conclusioni. Cosicchè questa difficoltà enigmatica non fu prevista e si dovette affrontarla e superarla.

Invece di usare onde elettriche corte, rapidamente alternanti, Marconi usò onde più lunghe, trovando che queste possono penetrare nell'atmosfera altrettanto bene durante il giorno che durante la notte. Ora, questo è un progresso meraviglioso.

Dieci anni fa si riteneva che senza usare almeno 100.000 oscillazioni per secondo non si poteva fare della radiotelegrafia pratica. Oggi se ne usano 40.000; e

Marconi mi dice che si è soddisfatti con l'uso di 25.000 per secondo. Questo è anche un meraviglioso progresso.

Potete chiedermi perchè debba essere considerato come un progresso questo scendere dalle oscillazioni rapide alle oscillazioni lente. La spiegazione non è accessibile a chi non abbia costruito una macchina per produrre oscillazioni rapide.

Avete visto che Marconi usa condensatori e spinterometri e correnti interrotte e ogni sorta di meccanismi per produrre queste oscillazioni. Ora tutte queste cose sono discutibili e ciò per due ragioni: una, perchè esse richiedono ciò che io posso chiamare «ingegneria da bambini», e non credo ai condensatori e agli spinterometri quando posso usare un vero alternatore. Datemi un alternatore di grande potenza che dia 40.000 vibrazioni al secondo e vi posso cedere tutti i condensatori e tutti gli spinterometri e andar più avanti di voi. Non esprimerei così arditamente questa mia opinione se non fossi appoggiato da Marconi. Egli desidera avere una vera macchina alternatrice per lasciar da parte spinterometri e condensatori. La General Electric Company costruisce macchine che dànno oscillazioni fino a 200.000, ma con piccola potenza; e se nella General Electric Company vi fosse un po' più di scienza (*risa e applausi*) si potrebbe indubbiamente fare un alternatore di 100 KW che dia 25.000 o 30.000 oscillazioni al secondo. Questo è ciò che Marconi desidera; e lo avrà se io posso aiutarlo. Con 100 chilowatt a 25.000 cicli possiamo tele-

grafare con l'Australia. La distanza non significa niente. Attaccate il vostro carro alla terra e scuotetelo vigorosamente; non vi è nessuna ragione perchè non possiate scuotere un messaggio fino in Australia.

Un altro punto, ora, è costituito dal ricevitore. Voi dovete accordare il vostro ricevitore per non avere interferenze con Tizio, Caio e Sempronio. Certamente non potrete accordare un circuito se le vostre oscillazioni trasmesse non sono adatte, e la difficoltà consiste appunto nella produzione di oscillazioni adatte. Con un buon trasmettitore che ci dia oscillazioni continue, dobbiamo pensare al ricevitore ed averne uno che possa essere opportunamente sintonizzato. Noi abbiamo circuiti riceventi che possono essere opportunamente sintonizzati – non vi è nessun dubbio su ciò – e la ricerca scientifica non ha finito di lavorare in questa direzione. Non vi è nessuna ragione perchè non si possa avere un circuito risonante nel quale l'energia che arriva ecciti un circuito locale e lo faccia funzionare. Ciò è quanto si desidera e lo abbiamo ottenuto. Io l'ho.

L'opera svolta da Marconi e della quale egli ci ha dato un breve resoconto è enorme. Nessuno che non abbia lavorato con dischi rotanti e condensatori e circuiti oscillanti, può avere un'idea del lavoro fatto da Marconi per passare dall'«S» del 1902 alla trasmissione di migliaia di parole giornaliere del 1912. È cosa quasi incredibile.

E durante questo tempo egli non si è chiuso nel suo laboratorio. Oggi è in Irlanda e dopo pochi giorni a Glace Bay; subito dopo sentiamo che è a Tripoli aiutando il suo Paese col radiotelegrafare da un aereoplano e disseminando lo scompiglio fra il «Terribile Turco». E così via.

Egli è ansioso perchè colui che ha investito il suo denaro nella telegrafia senza fili abbia il suo compenso. Immaginate un inventore che si preoccupa del tornaconto dell'uomo che ha investito il suo denaro!

Così come io ammiro Marconi come inventore, lo ammiro come uomo e come amico. Ed è per questo motivo che desidero proporre a voi membri della New-York Electrical Society di nominare Guglielmo Marconi membro onorario della New-York Electrical Society.

FRANK SPRAGUE: Signor Presidente, Membri ed ospiti della New-York Electrical Society, quando, dieci anni or sono, G. Marconi mi disse che prima della fine dell'anno avrebbe trasmesso un messaggio dall'Inghilterra a Newfoundland, o dall'Irlanda a Newfoundland, io non dubitai un sol momento che egli non lo avrebbe fatto. Vi erano molti increduli a quel tempo. Qualcuno disse che Marconi aveva intrapreso un lavoro troppo difficile; e che egli aveva attaccato il suo carro a una stella. Il dott. Lupin ci ha detto come Marconi lo abbia attaccato non a una stella ma alla terra.

A quell'epoca io dissi che, sebbene fosse un fatto notevole inviare un messaggio attraverso l'Atlantico ed aumentare la distanza fino a comprendere tutto il mondo, tutto ciò non costituiva dopo tutto che un altro metodo per fare ciò che già era stato fatto; tuttavia la cosa non era per questo meno importante o meno notevole. Ma ciò che egli ha fatto e che lo rende oggi celebre è l'aver dato il più grande dono all'umanità collegando il noto all'ignoto. Vi erano tempi in cui i nostri amici o i membri delle nostre famiglie partivano per mare e da quel momento fino al casuale annuncio del loro arrivo essi erano tagliati da ogni comunicazione. Ma quando Marconi congiunse nave a nave e costa a costa egli fece all'umanità il più grande dono che mai alcun ingegnere elettrico abbia fatto. (*Applausi*).

Soltanto pochi giorni fa il mondo intero è rimasto terrorizzato alla notizia che il più moderno e il più importante esemplare della marina moderna era affondato dopo una collisione con un iceberg; ogni uomo che abbia sangue nelle vene e ogni donna che abbia un cuore ha sentito il suo sangue gelarsi e il suo cuore arrestarsi; e domani notte quando 700 o 800 persone sbarcheranno in questa città dal *Carpathia*, potranno guardare a voi Marconi, come al loro salvatore. (*Applausi*).

Fu detto che il dott. Merriam Simms ha aggiunto una corda alla vita della donna; voi Signore, avete fatto una notevole aggiunta alla vita dell'umanità.

Signor Presidente, ho il piacere di approvare la proposta che Guglielmo Marconi sia nominato membro onorario della New-York Electrical Society. (*Applausi prolungati*).

Dottor CHARLES STEINMETZ: Signor Presidente, Membri ed ospiti della New-York Electrical Society, credo che sarete d'accordo con me nel riconoscere che viviamo in un'epoca notevole. Lo svilupparsi della ferrovia a vapore ha ridotto il tempo necessario per percorrere interi continenti da mesi a giorni. La traversata oceanica è stata ridotta a pochi giorni, mentre nel passato occorrevano settimane e talvolta mesi. Mi ricordo di aver letto la descrizione di due traversate oceaniche in cui l'autore diceva di aver fatto la più lunga e la più corta traversata: la più lunga era di 22 settimane, la più corta di 23 giorni.

Abbiamo anche visto il continente traversato dal telegrafo. Noi parliamo a telefono a distanza di migliaia di miglia. Abbiamo traversato l'oceano con un cavo. Abbiamo visto il motore elettrico, giocattolo, un tempo, del fisico e che si fabbricava in un negozio di gioielleria, divenire la sorgente di energia per le nostre industrie, e non più misurabile ora da un cavallo o poco più ma da parecchie migliaia di cavalli vapore.

Ma la maggior parte di queste imprese non sono state radicalmente nuove. Il più grande progresso di quest'epoca è stato quello di aver fatto su larga scala ciò che già era stato fatto prima.

Là dove la carrozza richiedeva dei mesi, la locomotiva impiega dei giorni. Là dove potevate inviare un messaggio con una lettera che impiegava giorni o settimane, ora potete telegrafare quasi istantaneamente.

Soltanto poche invenzioni sono completamente nuove e la telegrafia senza fili è una di quelle; ed è una delle più importanti. Essa ha fatto ciò che l'umanità di un tempo sognava senza sperare di raggiungere. Non vi è posto sulla terra, siano le terre artiche o il deserto, la fortezza assediata o il bastimento sull'oceano, dove voi non possiate comunicare radiotelegraficamente col resto della razza umana.

Questo lo ha fatto il nostro amico e conferenziere, Marconi.

Ora, che cos'è la telegrafia senza fili? Io non voglio addentrarmi in quest'argomento, giacchè il mio amico prof. Pupin, ve lo ha già spiegato stasera. Essa non consiste nell'uso delle correnti oscillanti ad alta frequenza. Le correnti ad alta frequenza sono vecchie. Quando Franklin ricavò la scintilla dalla sua corda di aquilone, quando fu inventata la prima macchina a strofinio, esse erano già presenti e della stessa natura delle correnti oscillanti che vanno all'antenna della stazione radiotelegrafica.

Dunque, essa non è la produzione delle onde elettriche. Altri inviano queste onde ma essi le inviano a scopo di esperimento scientifico e non a scopo di comunicazione. E queste onde hertziane non potrebbero servire

a trasmetter messaggi; esse sarebbero estinte a breve distanza dalla loro origine, entro la stanza o nella stanza vicina.

Ora, qual'è il motivo di ciò? È vero che il dott. Pupin ha detto: Marconi ha effettuato la connessione col suolo; ma nell'aeroplano Marconi ci ha detto di non aver attaccato l'antenna al suolo ma di averla lasciata pendere in aria.

Io non desidero investigare su ciò che costituisce l'invenzione della radiotelegrafia. Quando le prime notizie di una grande invenzione o scoperta sono date al pubblico, noi non ci crediamo. Noi diciamo che è impossibile, che è assurdo. Poi gli uomini di legge e i critici si impadroniscono della cosa e cercano di distruggerla; essi trovano qualcun altro che aveva fatto una ricerca che era stata publicata in un giornale che nessuno aveva letto. O che qualcuno lavorava nel suo laboratorio e che le «sue ricerche comprendevano l'invenzione». Ovvero essi trovano fra migliaia di brevetti qualcuno che descriveva qualche cosa di simile. Ma essa non era mai stata usata; essa non era stata di nessuna efficacia e di nessun profitto al progresso delle conoscenze umane.

Prima che Marconi presentasse al mondo la sua invenzione, nessuno avrebbe mai creduto che egli avrebbe potuto farla, mentre dopo «molti lo avevano già fatto prima di lui». (*Risa e applausi*).

Ma vi è qui una grande differenza fra Marconi e quei pochi uomini che hanno contribuito con nuove inven-

zioni al progresso della conoscenza umana: Marconi non ci ha soltanto data la radiotelegrafia, ma ha continuato a vivere con essa e a svilupparla; e in questi anni che sono passati da che la prima telegrafia senza fili è stata introdotta, egli ha aumentato la sua portata da poche miglia a delle migliaia di miglia. Una delle cose più straordinarie è stata che l'ideatore di questa cosa meravigliosa ne ha curato anche lo sviluppo. Ed è perciò, signori, poichè abbiamo avuto il piacere di ascoltare Marconi, vi chiedo e chiedo a questa Società di lasciarmi esprimere un voto di ringraziamento a G. Marconi e di proporre insieme a questo voto la sua ammissione in questa Società come membro onorario.

Sig. C. O. Mailloux: Come vecchio ex-presidente della New-York Electrical Society ritengo come un onore, un piacere e un privilegio di poter parlare in questo momento per dire poche parole per appoggiare cordialmente la mozione fatta dal mio illustre collega, dott. Steinmetz.

In una recente occasione, in una riunione della Società nella quale un'altra famosa e interessante invenzione fu portata innanzi a noi, io usai come scala comparativa di merito la telegrafia senza fili. Io la considerai, come mi sembrava, una delle scoperte che più fanno epoca nel nostro tempo. Ma temo che, per quanto grande sia la mia ammirazione per la telegrafia senza fili, io non le abbia reso sufficiente giustizia nella mia scala di con-

fronto; sono contento perciò di vedere questa sera che le mie idee sono state messe in evidenza dalla conferenza di Marconi e dalla profonda esposizione del dott. Pupin sui principi fondamentali su cui essa si basa. La mia scala di confronto e di ammirazione, per quanto già grande è stata ancora ingrandita.

Ora, per quanto ha detto, le mie osservazioni possono essere limitate alla posizione nella quale si trova la New-York Electrical Society questa sera. Come persona che ha avuto il piacere di curare le sue riunioni – è da più di venticinque anni che sono membro di questa società – sono stato testimonio di molti grandi avvenimenti della sua interessante storia: ma l'avvenimento di questa sera li supera tutti. Esso è il più grande avvenimento nella storia della New-York Electrical Society. Dopo aver ringraziato Marconi, non possiamo trascurare di ringraziare la New-York Electrical Society per averci concesso questa sera il privilegio di ascoltare il grande inventore esporre la sua invenzione per la quale egli trova a mala pena parole adatte ad illustrarla. Questa New-York Electrical Society deve ritenersi estremamente fortunata di aver ricevuto quest'onore; e che quest'onore sia stato profondamente apprezzato dai suoi membri è dimostrato dalla splendida riunione di questa sera. Sono quindi lieto di approvare la mozione e facendo così son certo della cordialità e dell'approvazione di tutti i presenti. (*Applausi*).

Presidente Bottomley: È stato proposto ed approvato che il dott. Marconi sia eletto membro onorario di questa Società e che un cordiale voto di ringraziamento gli sia espresso.

La mozione è approvata.

Guglielmo Marconi, vi presento la nomina a membro onorario e i ringraziamenti della New-York Electrical Society.

Guglielmo Marconi: Signore e Signori, dovete credermi se vi dirò che sono estremamente imbarazzato nel rispondere a tante cose gentili che sono state dette al mio indirizzo nei vostri numerosi discorsi: dal nostro Presidente, dal prof. Pupin, dal sig. Sprague, dal sig. Steinmetz, dal sig. Mailloux e da altri.

Sono venuto qui pensando che vi sarebbe stata una discussione e una critica dei punti di vista che avevo esposto; ma ad esclusione dell'arguta critica sui condensatori fatta dal prof. Pupin, posso dire che tutto ciò mi è stato risparmiato.

Ripeto, è superiore alle mie capacità esprimere in modo adeguato i miei sentimenti verso di voi e verso la New-York Electrical Society per la maniera con la quale mi avete trattato questa sera e non dimenticherò mai la vostra gentilezza. Desidero anche ringraziare la New-York Electrical Society per il grande onore fattomi di nominarmi suo membro onorario. Questa è una cosa di cui si deve essere fiero; ed è una cosa che la New-York

Electrical Society non fa molto spesso; ed io apprezzo profondamente la rara distinzione. (*Applausi prolungati*).

La riunione viene sospesa.

NUOVI METODI PER LA PRODUZIONE DELLE OSCILLAZIONI ELETTRICHE CONTINUE E PER LA LORO UTILIZZAZIONE NELLA RADIOTELEGRAFIA[53]

Può affermarsi che, dal suo inizio sino ad oggi, la radiotelegrafia è stata praticamente realizzata mediante l'utilizzazione di oscillazioni elettriche discontinue, cioè di gruppi successivi di oscillazioni di ampiezza decrescente, prodotte dalla scarica di un condensatore o bottiglia di Leyda.

Le onde elettriche prodotte dalla scarica di un condensatore furono intravvedute da Henry e da Lord Kelvin, poi studiate matematicamente da Clerk Maxwell e finalmente rilevate sperimentalmente da Hertz.

È ora ben noto che, allorchè due conduttori a differente potenziale vengono messi elettricamente in contatto l'uno con l'altro, per esempio, mediante una scintilla,

[53] In «Rendiconti della R. Accademia dei Lincei», Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali, Anno CCCXI, 1° marzo 1914.

dato che la resistenza del circuito non sia troppo elevata, i conduttori raggiungono il medesimo potenziale solo dopo un numero più o meno grande di oscillazioni elettriche e per conseguenza i conduttori divengono per breve tempo sede di una corrente alternata che può essere di altissima frequenza.

Se uno dei conduttori è la terra e l'altro un filo verticale, si ha la parte essenziale del sistema col quale iniziai nel 1895 le mie prime esperienze sulla radiotelegrafia. Perfezionamenti successivi hanno aumentato la sicurezza e la portata di trasmissione degli apparecchi. A tale riguardo è assai notevole il progresso assicurato alla radiotelegrafia dall'accoppiamento sintonico dell'antenna ad un circuito oscillante, come è indicato nel mio brevetto inglese dell'aprile 1900 e nella conferenza che tenni alla Society of Arts di Londra il 15 maggio 1901.

Lo smorzamento o il decremento delle oscillazioni generate nel modo al quale ho accennato e l'intervallo di tempo che separa i gruppi di oscillazioni consecutivi (intervallo reso necessario dal tempo relativamente lungo richiesto per la carica dei condensatori) presentano alcuni inconvenienti in riguardo alla radiotelegrafia, ed altri molto più seri in riguardo alla radiotelefonia; ed è perciò che molti cultori di questo ramo della scienza si sono dedicati alla ricerca di un metodo che permetta di produrre e di irradiare onde continue.

Esistono due metodi, ora abbastanza bene conosciuti, per la produzione delle onde continue. Uno è il cosid-

detto arco musicale del Duddell perfezionato dal Poulsen, e l'altro l'alternatore ad alta frequenza, come, per esempio, l'alternatore del Goldschmidt.

Non è mia intenzione di esaminare ora in dettaglio questi due sistemi; ma accennerò solo che esistono difficoltà pratiche in riguardo ad entrambi, le quali ne hanno sinora ostacolato la pratica applicazione.

Il primo dispositivo col quale ottenni di produrre oscillazioni continue secondo il mio brevetto inglese dell'11 aprile 1907 è indicato nella figura 1 e consiste di un disco metallico A isolato, che è fatto ruotare a grandissima velocità a mezzo di una turbina o di un motore elettrico. In vicinanza dell'orlo di questo disco, che chiamerò disco centrale, sono montati altri due dischi C_1 e C_2, che chiamerò dischi polari e che sono pure fatti girare ad alta velocità. I due dischi polari sono connessi rispettivamente per mezzo di spazzole alle armature esterne di due condensatori K, collegati in serie, e questi condensatori sono a lor volta collegati attraverso a resistenze e induttanze ai serrafili di una dinamo H a corrente continua ad alto potenziale oppure ad una batteria di accumulatori ad alto potenziale.

Il disco centrale è collegato alle armature interne dei due condensatori e fa parte di un circuito oscillante formato dal condensatore E in serie con l'induttanza F, la quale è collegata direttamente o induttivamente al filo aereo G.

Caricando i condensatori mediante un generatore od una dinamo di potenziale abbastanza elevato, si stabilisce una scarica elettrica fra i dischi polari e quello centrale (la quale scarica non è una scintilla e neppure un arco ordinario) e nel circuito relativo vengono prodotte oscillazioni elettriche continue, la cui frequenza dipende dall'induttanza e dalla capacità del circuito medesimo.

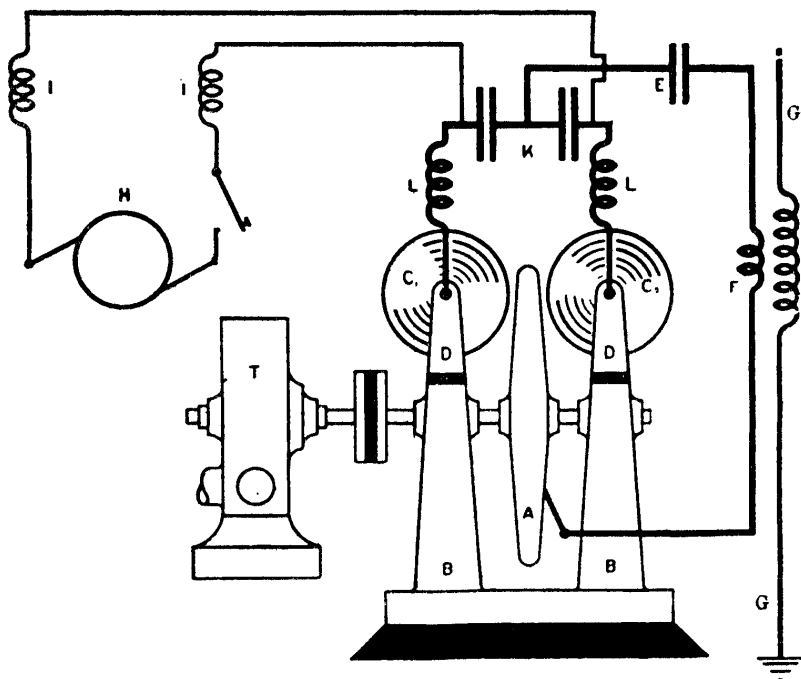



Fig. 1.

L'apparato funziona probabilmente nel modo seguente:

Immaginiamo che l'elettrogeneratore H carichi gradatamente il doppio condensatore K, e che il potenziale ai dischi C_1 e C_2 venga ad aumentare, per esempio, C_1 positivamente e C_2 negativamente; ad un certo istante, questo potenziale dà origine ad una scarica attraverso ad uno dei piccoli spazi esistenti, supponiamo fra C_1 ed il disco centrale A. Questa scarica dà origine, a sua volta, ad una oscillazione attraverso l'induttanza F e il condensatore E, e questa oscillazione, nell'invertire la sua polarità, passerà di preferenza dal disco A al disco C_1, il quale si trova già caricato ad un potenziale opposto. La carica del condensatore E cambierà nuovamente di segno, prendendo energia, ad ogni inversione di segno, dalla carica dei condensatori K, tenuti carichi dal generatore.

Lo stesso ciclo può continuare indefinitamente; le perdite che hanno luogo nel circuito oscillante o radiante, vengono sostenute dal generatore H.

Se si tiene fermo il disco centrale, si stabilisce subito un arco ordinario attraverso gli spazi esistenti fra i dischi, senza che avvenga alcuna produzione di oscillazioni.

Questo sistema è stato riconosciuto applicabile finora per piccole potenze, ma presenta l'inconveniente di una non perfetta costanza di funzionamento.

Un altro mio dispositivo per la produzione di oscillazioni continue, che è attualmente impiegato nelle trasmissioni transatlantiche, mediante il quale possono uti-

lizzarsi potenze illimitate, si basa sul principio di riunire successivamente fra di loro in perfetta fase diversi gruppi di oscillazioni generate dalla scarica di appositi circuiti oscillanti.

Con l'aiuto della figura 2 cercherò di spiegare meglio la mia concezione.

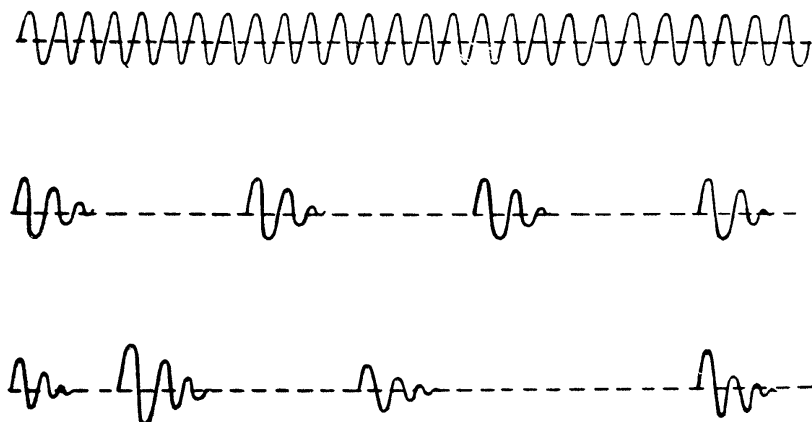



Fig. 2.

Nella terza linea di questa figura sono indicati gruppi di oscillazioni smorzate, separate da spazi irregolari. Nella seconda linea sono indicati gruppi di oscillazioni ravvicinati e separati da intervalli eguali, e in prima linea sono indicate oscillazioni continue.

Nella terza linea abbiamo le condizioni che esistevano nei vecchi sistemi a scintilla, ove i gruppi di oscillazioni si susseguivano ad intervalli irregolari.

Le oscillazioni a gruppi vicini e regolari, che rappresentano un grandissimo progresso nell'arte della radiote-

legrafia, sono ottenute mediante l'impiego di un apparecchio illustrato nella figura 3 che consiste di un disco metallico isolato *a* avente prominenze metalliche fissate a regolari intervalli sulla periferia e perpendicolari al piano del disco. Il disco è fatto girare a grande velocità, mediante un apposito motore, fra due altri dischi *b b*. Le prominenze del disco centrale sono di lunghezza tale da toccare quasi i due dischi esterni, chiudendo in questo modo il circuito a regolari intervalli. La chiusura subitanea del circuito diminuisce notevolmente la resistenza della scintilla, con relativa diminuzione dello smorzamento delle onde, mentre poi il subitaneo aprirsi del circuito, appena le prominenze del disco centrale si allontanano dalla periferia dei dischi laterali *b b*, smorza le oscillazioni che ancora potessero esistere nel circuito del condensatore, per modo che, dato un giusto valore di accoppiamento fra il circuito del condensatore e il radiatore, l'energia del circuito del condensatore passa tutta al radiatore, senza che avvenga la nota reazione fra circuiti accoppiati.

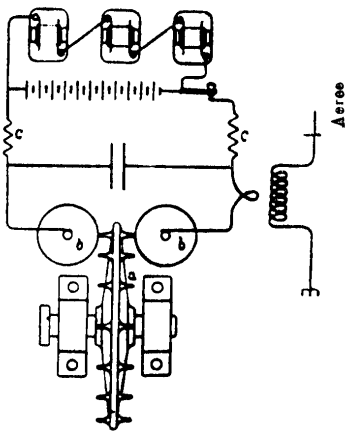



Fig. 3.

Il vantaggio di questo sistema è che vengono irradiati gruppi regolari di oscillazioni elettriche, l'intervallo fra i

gruppi essendo tale da produrre nel ricevitore una nota musicale facilmente distinguibile dai suoni e dai rumori prodotti dai disturbi causati dalla elettricità atmosferica.

Il sistema di onde discontinue, alle quali ho ora accennato, è quello attualmente in uso in tutte le stazioni ultrapotenti impiantate dalla Compagnia Marconi.

Il concetto che ho avuto nell'adottare i dispositivi che ora descriverò è stato quello di ottenere gruppi di oscillazioni sufficientemente ravvicinati e in fase fra di loro in modo tale che il loro effetto induttivo su di un circuito risonante sia quello di indurvi e mantenervi una corrente alternata ad alta frequenza.

Il sistema di onde continue, a cui ora mi riferisco, è basato sull'effetto cumulativo di un ciclo di scariche allo stesso periodo e tutte in fase, che agiscono induttivamente su di un comune radiatore.

Infatti, se consideriamo bene il sistema indicato nella figura 2, linea seconda, risulta evidente che, se si potessero sufficientemente riavvicinare fra di loro i vari gruppi di oscillazioni, si potrebbe ottenere una oscillazione continua; ma a ciò si oppongono due ostacoli negli apparecchi ordinari. Il primo ostacolo è causato dal tempo richiesto per la carica del condensatore, essendo ovvio che il condensatore non può venire caricato e scaricato al medesimo tempo; e il secondo ostacolo è causato dal fatto che i gruppi successivi di oscillazioni debbono essere in fase gli uni con gli altri, come pure coll'oscillazione che si produce nel radiatore.

Tentativi di ottenere gruppi assai ravvicinati, senza riguardo alla loro fase, sono già stati fatti da varî studiosi sperimentatori.

Io credo di aver risolto il problema facendo uso dell'apparecchio che descriverò con l'aiuto della figura 4.

In questo sistema, vengono impiegati un numero di circuiti oscillanti 1, 2, 3, 4, caricati mediante la medesima sorgente di energia attraverso le rispettive induttanze. Ogni circuito di scarica comprende una ruota metallica dentata. D_1, D_2, D_3, D_4, un condensatore e una induttanza collegata induttivamente al radiatore o ad un circuito intermedio il quale in questo caso è accoppiato al radiatore.

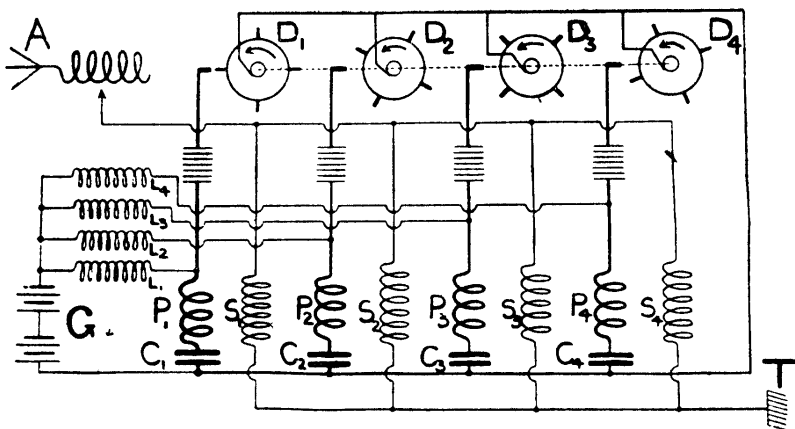



Fig. 4.

Le ruote dentate sono isolate fra di loro, ma montate rigidamente su di un medesimo asse e disposte in modo

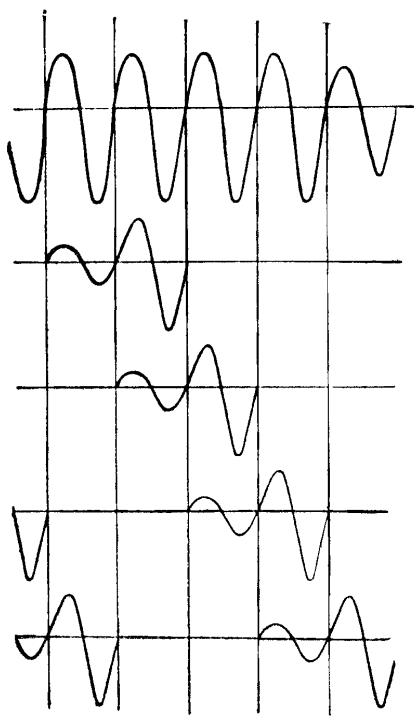
che i condensatori vengono scaricati e ricaricati successivamente a regolari intervalli uno dopo l'altro, cosicchè, a date velocità, l'intervallo fra il principio della scarica di un condensatore e il principio della scarica del condensatore successivo sia eguale al periodo di oscillazione dell'aereo o del circuito intermedio, oppure sia un multiplo esatto di detto periodo di oscillazione.

Per assicurare che il principio di ciascuna scarica avvenga esattamente al tempo prestabilito, viene fatto uso, nel circuito di scarica, di una scintilla ausiliaria fatta scattare mediante un altro disco, che per semplicità è omesso nella figura: questa scintilla avviene ad un potenziale maggiore di quello della scarica principale ed è ottenuta mediante piccoli condensatori ausiliari.

Fig. 5.

L'effetto finale di questo sistema è indicato nella figura 5, ove sono indicate le oscillazioni prodotte in ordine di rotazione dai quattro circuiti e la oscillazione continua risultante, indotta nell'aereo.

Riguardo a tale sistema di produzione di onde continue, la Commissione tecnica nomi-

nata dal Governo inglese per riferire sui meriti dei sistemi esistenti di radiotelegrafia a lunga distanza, ed in particolare sulla loro capacità per continue comunicazioni attraverso distanze di 2000 miglia, dichiarò nella Relazione Ufficiale del 30 aprile 1913, che il sistema sopra descritto è il solo che sia stato visto dalla detta Commissione applicato con successo per lunghe distanze.

Potrebbe sembrare che con dischi giranti alle più grandi velocità praticamente realizzabili dovesse essere impossibile ottenere una frequenza abbastanza alta per scopi radiotelegrafici; ma questa difficoltà più non si presenta in riguardo alle stazioni funzionanti a distanza di 4000 o più chilometri, nelle quali oscillazioni di frequenza superiore ai 50.000 periodi non trovano utile impiego.

Sino a quando si credette necessario di dover adoperare onde di centinaia di migliaia di periodi, come quelle prodotte dalle scariche dei condensatori ordinari, vi fu pochissima speranza di poter costruire alternatori o altri macchinari, capaci di produrre oscillazioni di sì alta frequenza.

Dieci anni or sono si credeva generalmente che per la radiotelegrafia fossero necessarie frequenze elevate, di almeno 100.000 periodi al secondo. L'esperienza da me acquistata nelle trasmissioni attraverso le grandi distanze mi ha dimostrato che frequenze superiori a quella di 40.000 periodi offrono un rendimento assai minore di

quello assicurato dalle frequenze più basse; io ho potuto, in pari tempo, scoprire che onde lunghe dieci o più chilometri si propagano a distanza assai maggiore, a parità di energia, di quella raggiunta con onde di un chilometro o meno. Questa scoperta ha grandemente facilitato e incoraggiato lo studio e la costruzione di alternatori ad alta frequenza ed anche quello degli altri sistemi che ho più sopra descritto.

Per meglio illustrare il principio mediante il quale ho trovato possibile di riunire consecutivamente in fase una serie di gruppi di oscillazioni in modo da produrre oscillazioni continue, eseguirò un pratico esperimento che spiegherò con l'aiuto della figura 6.

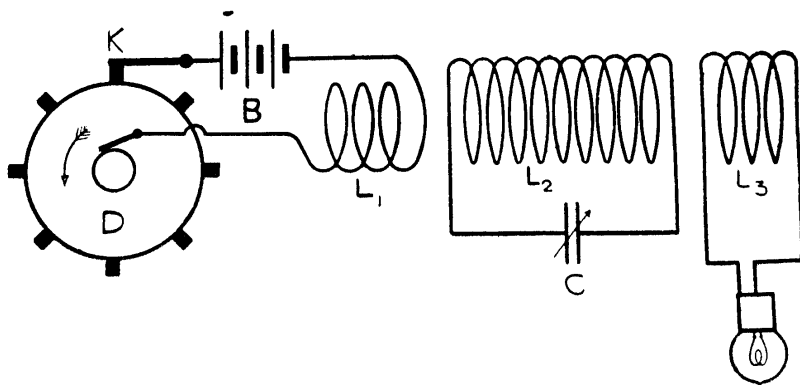



Fig. 6.

Mi è però impossibile il dimostrare qui in funzionamento un dispositivo identico a quello che ho già descritto, mancando la corrente continua ad alto potenziale.

In luogo dei condensatori caricati ad alto potenziale, faccio qui uso di una induttanza L_1 caricata, mi si permetta l'espressione, con una corrente fornita da una batteria B.

Quando la spazzola K è in contatto con un dente del disco D, una corrente passa attraverso a L_1 e quando, in conseguenza del movimento rotativo del disco, il contatto è rotto, l'energia del campo magnetico L_1 è trasferita induttivamente al circuito I_2 C, e per conseguenza il circuito I_2 C comincia ad oscillare con la frequenza del suo proprio periodo elettrico. Se viene disposto che la velocità del disco dentato D sia tale che i denti successivi facciano e rompano contatto con la spazzola K in modo tale che le oscillazioni susseguenti siano tutte in fase con le oscillazioni precedenti, allora tutti questi gruppi di oscillazioni, se sufficientemente vicini, agiranno in modo da sommare i loro effetti producendo oscillazioni continue sul circuito L_2 C.

Appare evidente che la produzione delle oscillazioni continue può solo avvenire quando la velocità del disco è tale che le oscillazioni prodotte nel circuito L_2 C siano in fase fra di loro, altrimenti i diversi gruppi di oscillazioni tenderebbero a neutralizzarsi ed interferire a vicenda.

Ora vedremo come una lampada si accenda in virtù delle oscillazioni indotte nel circuito L_2 C quando tali oscillazioni siano in fase fra di loro.

Da tale esperimento si rileva altresì:

1° che il massimo e il minimo valore di corrente si ottiene variando la capacità del condensatore C sino a dati valori, cioè variando opportunamente il periodo elettrico del circuito mentre la velocità del disco è mantenuta costante;

2° che inoltre il massimo e il minimo valore di corrente sono ottenuti quando il periodo del circuito è mantenuto fisso, mentre la velocità del disco è variata sino a dati valori.

*
* *

L'uso che ora si comincia a fare delle onde continue o persistenti non è affatto dovuto, come qualcuno crede, a proprietà speciali possedute da queste onde, in virtù delle quali tali onde otterrebbero di superare grandi distanze con minor spesa di energia di quella richiesta dalle onde discontinue, ma è piuttosto dovuto al desiderio di ottenere, nei ricevitori, migliori effetti sintonici, atti a permettere:

1° di rendere minimi i disturbi causati dalla elettricità atmosferica;

2° di rendere possibile il funzionamento di un numero maggiore di stazioni vicine, senza disturbo reciproco.

In riguardo alla eliminazione dei disturbi atmosferici, ho trovato che, in pratica, un'accurata sintonia e un accoppiamento lasco fra i circuiti del ricevitore giovano

pochissimo per diminuire l'influenza dannosa di questi disturbi.

Le onde elettriche prodotte dalla natura – delle quali sappiamo invero, al giorno d'oggi, pochissimo – hanno la proprietà di dare impulsi elettrici ai sistemi aerei dei ricevitori facendoli vibrare elettricamente col periodo proprio degli aerei stessi, che è di necessità quello dell'onda che si desidera ricevere.

L'effetto perturbatore di queste onde naturali, chiamate spesso «intrusi» dai radiotelegrafisti, diviene rapidamente più intenso coll'aumentare della lunghezza d'onda per la quale il ricevitore è accordato. Di ciò si trova probabilmente la spiegazione nello stesso fatto che le onde lunghe attraversano grandi distanze con minori perdite che non le corte.

L'effetto ottenuto indebolendo l'accoppiamento dei ricevitori si risolve, in pratica, in una riduzione presso a poco in eguale proporzione tanto dei segnali quanto degli intrusi; e per conseguenza con tale procedimento si ottiene ben poco vantaggio. Tuttavia esistono alcune differenze fra le onde prodotte dalle scariche atmosferiche e quelle utilizzate per la trasmissione dei segnali radiotelegrafici; tali differenze ci permettono di eliminare almeno una buona parte della influenza dannosa delle onde perturbatrici.

Colle onde discontinue, quando si fa uso di un sistema a disco come quello indicato nella figura 3, la successione dei gruppi di onde produce nel telefono ricevi-

tore una nota musicale caratteristica, facilmente distinguibile dai suoni prodotti dai disturbi atmosferici. Il poter far produrre un suono chiaro e caratteristico è importantissimo; e sinora io non ho trovato alcun sistema che dia risultati tanto sicuri quanto quelli nei quali si fa uso della nota musicale.

Il cosidetto «intruso» in generale consiste di un impulso elettrico o di una piccola successione di impulsi irregolari producenti un effetto induttivo istantaneo assai rilevante.

I suoni prodotti nel telefono dell'apparecchio ricevitore dalle scintille elettriche cosiddette musicali, sono causati da un numero rilevantissimo di piccoli impulsi succedentisi a brevi e regolari intervalli.

I ricevitori moderni sono costruiti in modo da usufruire della differenza esistente fra gli intrusi e i segnali; così l'effetto dannoso dei disturbi atmosferici viene in gran parte eliminato.

Il ricevitore del quale è stato fatto uso per oltre due anni nelle stazioni adibite alle comunicazioni transatlantiche, è schematizzato nella figura 7. In questa figura, P è il primario di un trasformatore di oscillazioni collegato all'aereo ricevente; S è il secondario.

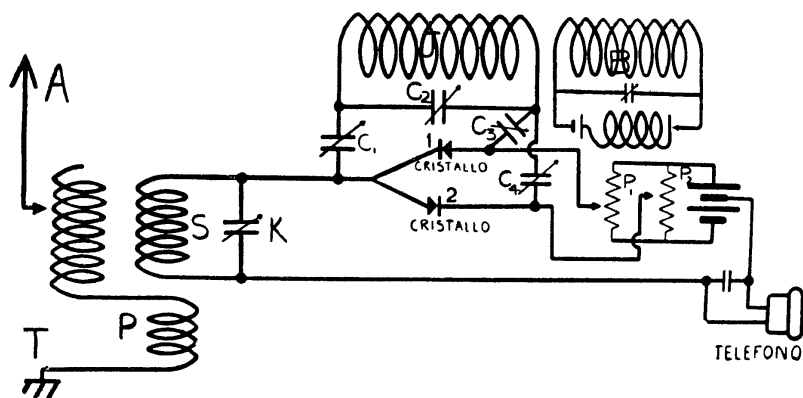



Fig. 7.

1 e 2 sono due cristalli sensibili o valvole di Fleming disposti in modo, con i relativi potenziometri, che, quando uno di essi è regolato per la massima sensibilità mentre l'altro è distaccato dal circuito, entrambi collegati insieme producono effetti opposti in maniera tale da non rilevare nè segnali nè intrusi. Si trova allora che se la regolazione del potenziometro P_2 è variata in modo tale che la forza elettromotrice in senso opposto prodotta da P_2 sia appena sufficiente da lasciare il cristallo 2 in istato non conduttivo per i segnali che si stanno ricevendo, le oscillazioni ricevute verranno efficientemente raddrizzate da 1, mentre i disturbi o i segnali di intensità maggiore faranno sì che impulsi di corrente del cristallo 2 si oppongano a quelli del cristallo 1.

Rendendo la resistenza di 2 un po' minore di quella di 1 si possono anche migliorare i risultati.

L'esperienza acquistata nell'uso delle onde continue, specialmente mediante l'impiego delle scintille ausiliarie, ha suggerito un nuovo metodo di ricezione per tali onde continue, studiato da Mr. H. J. Round. Questo metodo è stato adottato con successo nelle trasmissioni a lunghissima distanza; esso offre il vantaggio di usufruire dei principi utilizzati per la recezione delle onde discontinue e di produrre nei ricevitori una nota caratteristica, dipendente dal periodo di oscillazione delle onde trasmesse. Il dispositivo impiegato è semplicemente una modificazione del mio ricevitore che ho già sopra descritto; con tale dispositivo viene utilizzato il sistema, da me ideato, dei due rivelatori in opposizione (fig. 7).

Questi rivelatori sono disposti in modo che i loro effetti vengono a contrastarsi, ma in maniera che ognuno di tali rivelatori può solo ricevere i segnali se questi sono assai forti. I cristalli o rivelatori sono allora sottoposti all'azione di un vibratore in un circuito B che emette un'onda assai corta, di modo che, per brevissimi intervalli di tempo, i cristalli sono resi conduttori.

In tal modo si ottiene l'effetto di liberare l'energia immagazzinata nel circuito S K per brevissimi intervalli. Si rileva allora che se i gruppi di onde prodotte dal vibratore hanno un periodo di poco differente da un sottomultiplo del periodo dell'onda da riceversi, allora i segnali sono ricevuti con una chiara nota musicale.

Cosicchè, se la frequenza dell'onda da riceversi è di 50.000 periodi ed il vibratore produce 4900 gruppi per

secondo, una scarica avviene, attraverso il telefono, ogni 10 oscillazioni, col risultato che la nota ricevuta avrà un periodo di 1000 al secondo.

Questo metodo di recezione ha qualche analogia col mio sistema già descritto per la produzione delle onde continue.

A mio parere, i metodi di ricezione delle onde continue, che sono all'inizio del loro sviluppo, aprono un nuovo e grande campo sperimentale, promettente un importante passo nel progresso della radiotelegrafia e della radiotelefonia.

I RECENTI PROGRESSI DELLA RADIOTELEGRAFIA[54]

Sire, Graziosa Regina, Signore, Signori,

Sono trascorsi dieci anni da quando ebbi l'onore di esporre in Roma, anche allora gentilmente invitato dall'Associazione Elettrotecnica Italiana ed onorato dall'Augusta presenza di S. M. il Re e della Graziosa Regina, lo sviluppo assunto dalla Radiotelegrafia dal giorno in cui ne ebbi la prima concezione.

Parlai in quella occasione dei miei illustri precursori nello studio delle oscillazioni elettriche e dimostrai come io sia riuscito a trasmettere per la prima volta dei radiotelegrammi a distanza mediante l'impiego di filo conduttore innalzato verticalmente e collegato al suolo attraverso una scarica elettrica oscillante (fig. 1), mentre un altro filo verticale situato a distanza era collegato alla terra attraverso un rivelatore di onde elettriche (fig. 2).

Dimostrai allora in qual modo io sia riuscito a sorpassare le prime difficoltà opposte alla trasmissione delle

[54] Conferenza tenuta dal Socio GUGLIELMO MARCONI a Roma (Augusteo) il giorno 3 marzo 1914.

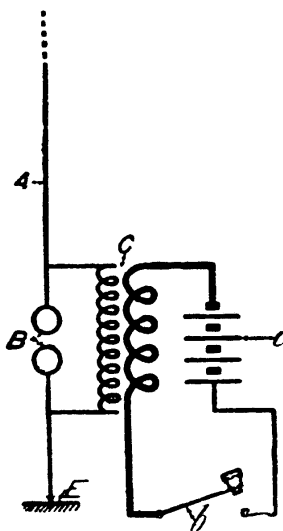
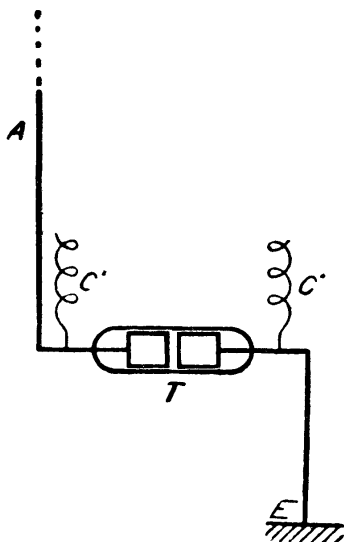



Fig. 1. Fig. 2.

onde elettriche dagli ostacoli naturali costituiti da alte montagne e dalla curvatura della terra. Dimostrai altresì in qual grado limitato si potessero rendere indipendenti le corrispondenze radiotelegrafiche fra stazioni relativamente vicine.

Accennai ai grandi problemi che rimanevano ancora da risolvere. Accennerò ora ai principali problemi risolti in questo decennio con risultati pratici, tali da assicurare alla radiotelegrafia un impiego più largo e più completo di quanto dieci anni or sono si potesse forse immaginare.

Tali problemi si riferiscono:

1° all'effetto della luce solare;

2° all'indipendenza di funzionamento ed all'aumento di portata di trasmissione delle stazioni radiotelegrafiche;

3° al perfezionamento degli apparecchi ricevitori ed alla trasmissione e ricezione automatica a grande velocità.

1° Effetti della luce solare.

Nelle esperienze da me condotte a bordo della nave americana *Filadelfia* e a bordo della R. Nave Italiana *Carlo Alberto* (fig. 3) scoprii come la luce solare limitasse grandemente la propagazione delle onde elettriche della lunghezza fino allora impiegata. La spiegazione generalmente accettata di tale fenomeno è basata sull'ipotesi che l'assorbimento delle onde elettriche causato dalla luce solare sia dovuto alla ionizzazione delle molecole gassose dell'aria sotto l'azione dei raggi ultravioletti. Poichè d'altra parte i raggi ultravioletti del sole sono largamente assorbiti dagli strati superiori dell'atmosfera, è probabile che quella parte dell'atmosfera che è rivolta verso il sole contenga una maggior quantità di ioni o elettroni che non quella parte dell'atmosfera che si trova all'oscuro.

Sarebbe quindi l'atmosfera illuminata o ionizzata, secondo tale ipotesi, che assorbirebbe in parte l'energia delle onde elettriche.

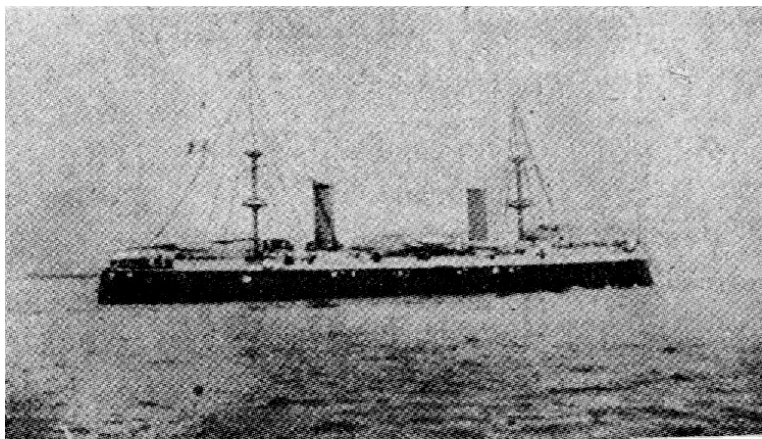



Fig. 3.

Per sorpassare tale difficoltà ho seguìto lo stesso principio che mi ha guidato nella soluzione del problema relativo agli altri ostacoli opposti dalla natura alla propagazione delle onde elettriche. Mi sono basato, cioè, sulla scelta della lunghezza d'onda più opportuna. A tale proposito sin dall'inizio delle mie prime esperienze io procurai di produrre delle onde elettriche aventi caratteristiche assai diverse da quelle prodotte da Hertz e da altri. Mentre Hertz, come pure gli illustri scienziati che continuarono le sue esperienze, come il Righi ed il Lodge, tendevano a produrre onde cortissime per ottenere di ripetere con le onde elettriche i fenomeni delle onde luminose, le quali a seconda dei diversi colori hanno una lunghezza di una frazione più o meno piccola di un millesimo di millimetro, io utilizzai, sin dal principio, delle onde della lunghezza di centinaia di metri fino a giunge-

re ultimamente alla produzione di onde della lunghezza di più di diecimila metri. E così riuscii a scoprire come le onde di grande lunghezza siano molto meno soggette all'effetto dei raggi solari ed all'assorbimento atmosferico che non quelle di lunghezza limitata. Riuscii anche a definire con esperimenti pratici fatti, nel rapporto da uno ad uno, attraverso l'Atlantico per mezzo dei grandiosi impianti che ho potuto far costruire, che con onde di una lunghezza superiore agli ottomila metri si ottiene un fenomeno diverso da quello constatato precedentemente, e cioè che la quantità di energia ricevuta di giorno è spesso maggiore di quella ricevuta di notte.

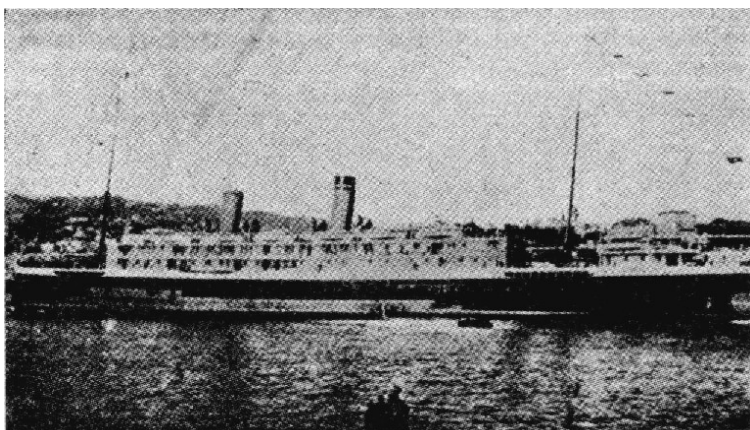



Fig. 4.

Osservazioni fatte di recente rivelano il fatto interessante che gli effetti della luce solare variano grandemente secondo la direzione nella quale la trasmissione ha

luogo. Infatti trasmettendo nella direzione nord-sud si ottengono spesso risultati del tutto differenti da quelli osservati trasmettendo nella direzione est-ovest.

Nel trasmettere attraverso l'Oceano Atlantico in direzione est-ovest o viceversa, si osserva giornalmente l'interessante fenomeno che al mattino ed alla sera, quando, in conseguenza della differenza di longitudine, la luce e l'oscurità si estendono solo attraverso parte dell'Oceano, i segnali ricevuti sono assai indeboliti. Sembrerebbe che le onde elettriche, nel passare da uno spazio oscuro ad uno spazio illuminato o viceversa, fossero riflesse o rifratte in modo da essere deviate dal loro percorso normale.

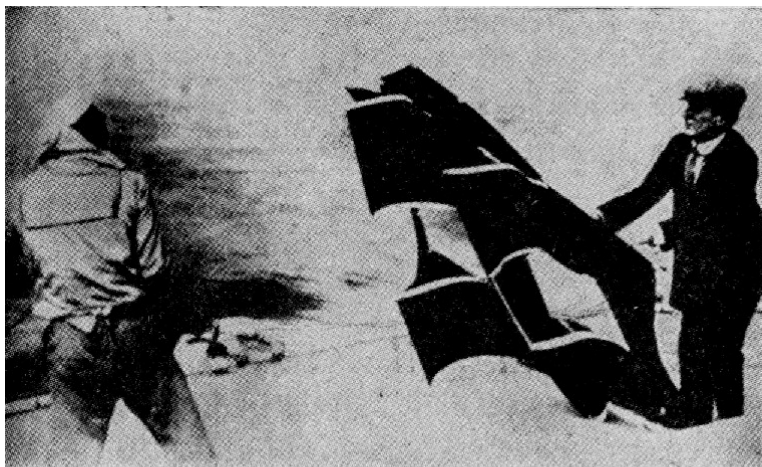



Fig. 5.

Allo scopo di studiare i fenomeni sopraccennati mi decisi, nel 1910, dopo aver eseguito numerose esperienze nella direzione est-ovest traversando oltre sessanta volte l'Atlantico fra l'Inghilterra, il Canadà e gli Stati Uniti, di eseguire anche delle esperienze a grande distanza nella direzione nord-sud. M'imbarcai perciò nel settembre 1910 sulla nave italiana *Principessa Mafalda* (fig. 4), e mi recai da Genova a Buenos Aires. Mi valsi come stazione trasmettente della stazione di Clifden in Irlanda, di cui parlerò di nuovo in seguito, ed impiantai sulla nave *Principessa Mafalda* una stazione ricevente di cui l'antenna era sostenuta da un cervo volante (fig. 5 e 6). Ho potuto allora constatare che nella direzione nord-sud la ricezione dei segnali trasmessi dalle coste irlandesi avveniva in modo regolare sino alla distanza di circa diecimila chilometri.

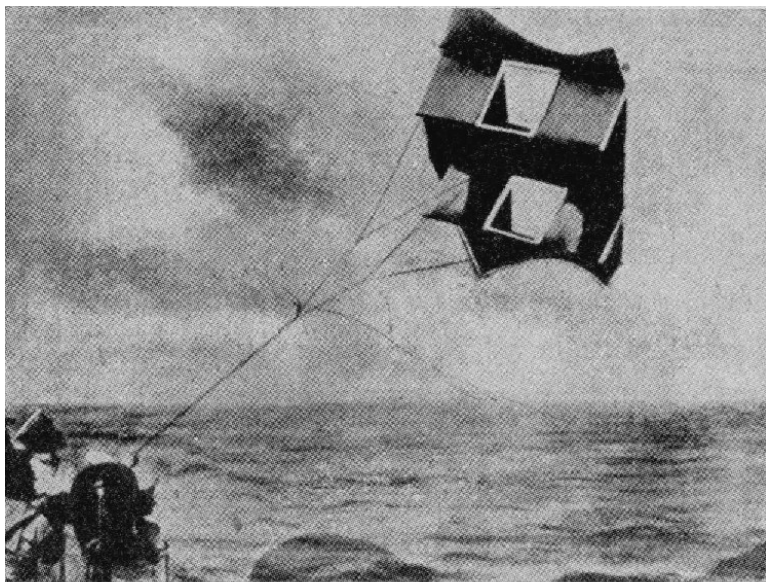



Fig. 6.

2° Indipendenza di funzionamento delle stazioni radiotelegrafiche ed aumento di portata di trasmissione.

In precedenti conferenze esposi dettagliatamente come sia stato risoluto, entro certi limiti, per mezzo della sintonia, il problema relativo alla corrispondenza simultanea e indipendente di più stazioni fra loro vicine.

Se una stazione trasmettente irradia delle onde aventi lunghezza, smorzamento e decremento costante, si producono, nei circuiti risonanti di tutte le stazioni che si

trovano nel raggio di azione della prima, delle oscillazioni aventi un certo valore, che si misura con appositi strumenti. Se un ricevitore, mediante graduale regolazione della sua capacità o induttanza, è portato in esatta sintonia o accordo con la stazione trasmettente, la corrente del ricevitore raggiunge in tali condizioni il suo massimo valore, ma se l'accordo sintonico fra la stazione trasmettente e quella ricevente è imperfetto, la corrente nel ricevitore diventa piccola ed i segnali divengono impercettibili.

Per ottenere una sintonizzazione alquanto perfetta si è riconosciuta l'utilità d'impiegare delle onde debolmente smorzate, oppure (ciò che è meglio) oscillazioni non smorzate o continue.

Per mezzo delle onde continue è stato possibile di rendere impercettibile la ricezione dei segnali mediante una variazione del mezzo per cento della lunghezza d'onda, e cioè si è potuto ottenere che, mentre con un'onda di 1000 metri, per esempio, si corrisponde regolarmente, la ricezione non può effettuarsi regolarmente impiegando la lunghezza d'onda di 1005 metri.

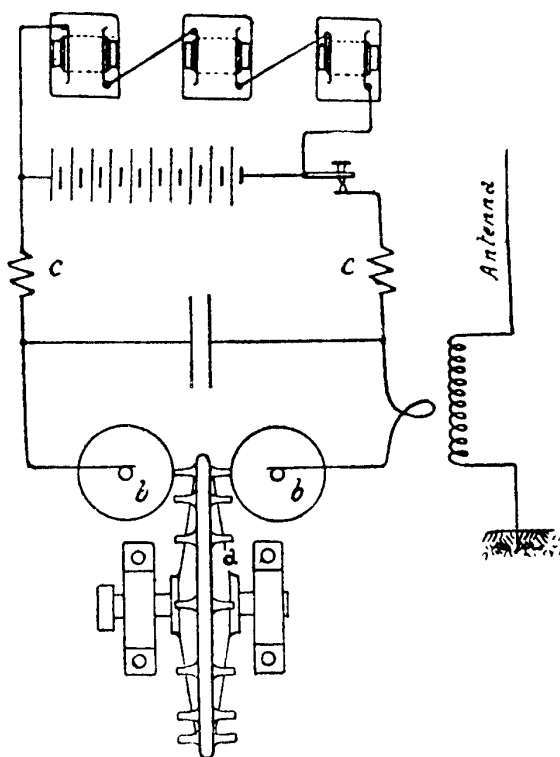



Fig. 7.

In merito ai nuovi metodi di produzione e utilizzazione di onde continue, presentai il primo del corrente mese una Memoria alla Reale Accademia dei Lincei, alla quale potranno riferirsi gli studiosi di oscillazioni elettriche. Accennerò brevemente all'apparecchio trasmettente da me ideato, per mezzo del quale si ottiene la produzione di onde divise in gruppi regolari. Detto tra-

smettitore (fig. 7) consiste, nelle sue linee generali, di un disco metallico isolato da terra, avente prominenze metalliche alla periferia, fissate a regolari intervalli e perpendicolari al piano del disco. Il disco è fatto girare a grande velocità fra due altri dischi. Tali prominenze sono di lunghezza tale da quasi toccare i due dischi esterni chiudendo in questo modo il circuito a regolari intervalli. Ad ogni chiusura del circuito avviene una scarica elettrica fra il disco centrale e i dischi laterali, e per la subitanea chiusura del circuito, diminuisce notevolmente la resistenza della scintilla, con relativa diminuzione dello smorzamento delle onde, mentre poi il subitaneo aprirsi del circuito, appena le prominenze del disco centrale si allontanano dalla periferia dei dischi laterali, smorza le oscillazioni che ancora potessero esistere nel circuito del condensatore, per modo che, dato un giusto valore d'accoppiamento fra il circuito del condensatore e il radiatore, l'energia del circuito del condensatore passa tutta al radiatore senza che avvenga la nota reazione fra circuiti accoppiati. Il vantaggio di questo sistema è che vengono irradiati gruppi regolari di oscillazioni elettriche, l'intervallo fra i gruppi essendo tale da produrre nel ricevitore una nota musicale facilmente distinguibile dai suoni e dai rumori prodotti dai disturbi causati dalla elettricità atmosferica.

Le oscillazioni elettriche a gruppi vicini e regolari rappresentano un grandissimo progresso nell'arte della Radiotelegrafia per la ragione che producono nel telefo-

no dell'apparecchio ricevitore una nota musicale caratteristica.

*
* *

Il sistema di onde continue impiegato alla stazione di Clifden è basato sull'effetto cumulativo di un ciclo di scariche dello stesso periodo e tutte in fase, che agiscono induttivamente su di un comune radiatore. Di tale sistema diedi la spiegazione tecnica alla R. Accademia dei Lincei.

ANTENNA DIRIGIBILE.

Allo scopo di ancora maggiormente assicurare l'indipendenza di funzionamento di varie stazioni, studiai il modo di concentrare in una data direzione l'energia irradiata dall'antenna.

A tale riguardo riuscii nel mio intento ricercando la forma più efficiente di radiatore o filo aereo: ma prima di pervenire alla forma più efficiente di antenna (od aereo) feci uso di diverse forme di aerei la cui evoluzione potrà essere seguita con l'aiuto di alcuni disegni.

Nella figura 8 abbiamo un aereo cosidetto a ventaglio adoperato per le prime esperienze a lunga distanza a Poldhu nel 1901-1902 e 1903, come pure sulla R. Nave *Carlo Alberto* nel 1902 (fig. 3). La figura 9 fa vedere un aereo di capacità maggiore del quale si faceva pure uso nelle prime stazioni a grande potenza.

L'aereo nella figura 10, che adottai nel 1904, consisteva in un numero di fili verticali o quasi verticali di una lunghezza di 70 metri collegati alla loro estremità superiore ad altrettanti fili orizzontali disposti radialmente tutt'attorno, il tutto essendo sostenuto da apposite torri.

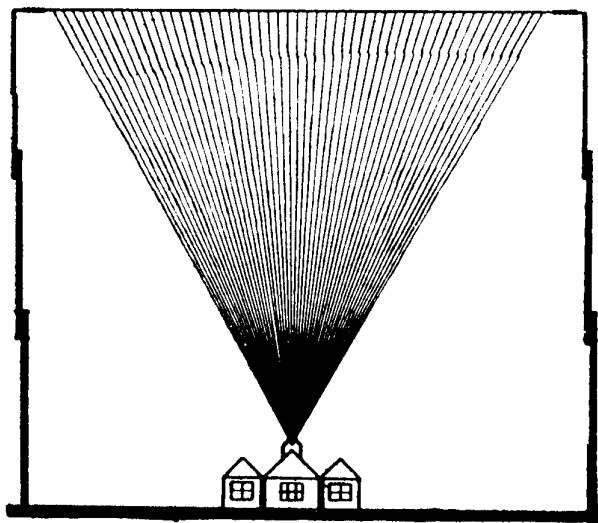



Fig. 8.

Con questo aereo potei ottenere l'efficiente irradiazione di onde della lunghezza di 4000 o 5000 metri ed osservai per la prima volta la grande utilità dell'impiego delle onde lunghe rispetto alle corte nel sormontare l'ostacolo opposto alla propagazione delle onde elettriche dalla luce solare.

Il sistema di aereo che finalmente adottai per tutte le stazioni ultrapotenti è indicato nella figura 11. Questo aereo non solo rende possibile il vantaggioso impiego di onde di qualsiasi lunghezza, ma tende pure a limitare la radiazione e ricezione di queste onde nelle direzioni desiderate.

Molte proposte sui metodi riguardanti la dirigibilità di onde elettriche impiegate nella Radiotelegrafia sono state fatte dal Braun, dall'Artom e da Bellini e Tosi.

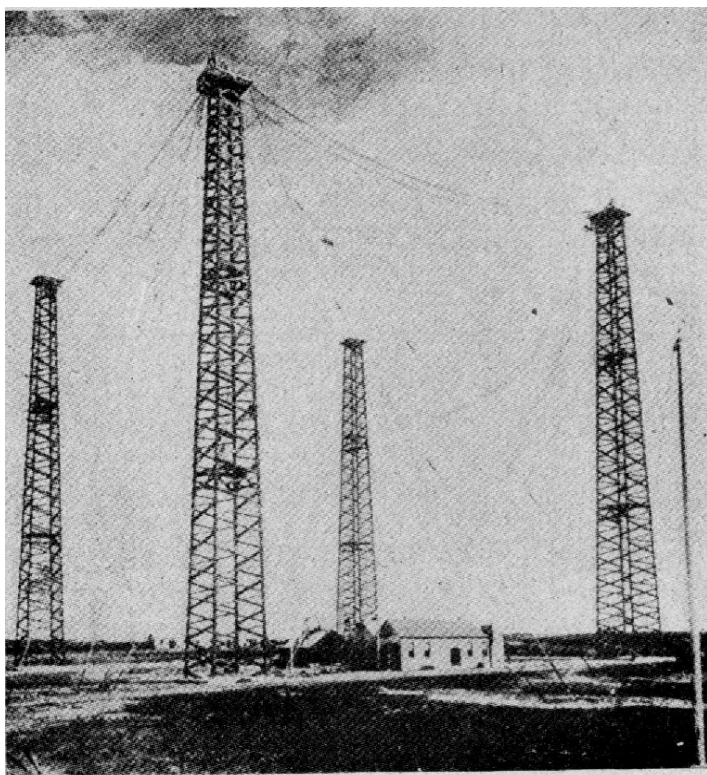



Fig. 9.

In una Memoria che lessi innanzi alla Società Reale di Londra nel marzo del 1906 descrissi come, mediante l'impiego di aerei orizzontali, fosse possibile di limitare la propagazione delle onde radiate nella direzione del piano verticale degli aerei stessi principalmente nella direzione opposta a quella della presa di terra; e come, mediante sistema analogo, applicato al ricevitore, fosse

possibile di localizzare la direzione della stazione trasmittente.

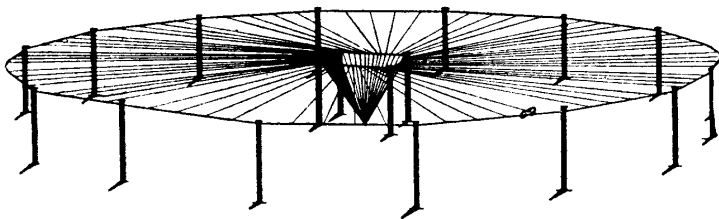



Fig. 10.

Gli aerei orizzontali hanno portato il nuovo vantaggio che, mediante il sistema descritto nel mio brevetto inglese n. 13020 del 1911, è possibile di avere stazioni trasmettenti e riceventi vicinissime fra di loro in modo da poter stabilire un vero sistema duplex, cioè da poter ricevere mentre si trasmette. Il dispositivo usato è indicato nella fig. 12; mediante tale dispositivo l'effetto perturbatore dei segnali arrivanti dalla stazione vicina è eliminato dall'effetto dei segnali stessi sull'arco laterale, effetto che viene opposto a quello dell'areo principale.

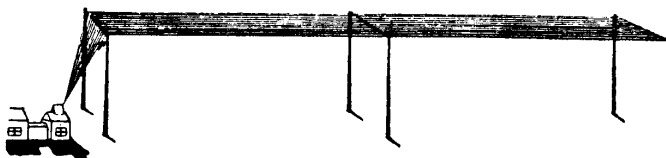



Fig. 11.

I perfezionamenti sopra accennati permettono non solo di assicurare maggiormente l'indipendenza di funzionamento di stazioni vicine ma anche di aumentare

grandemente la portata di trasmissione di stazioni radiotelegrafiche a parità di energia. A tale riguardo l'impiego di onde continue ha assicurato un nuovo e grande progresso allo sviluppo della Radiotelegrafia. Inoltre l'applicazione di queste onde ha reso possibile la soluzione del problema della Radiotelegrafia che non poteva essere resa di pratica applicazione con l'impiego di onde smorzate. Disponendo di un generatore di onde continue

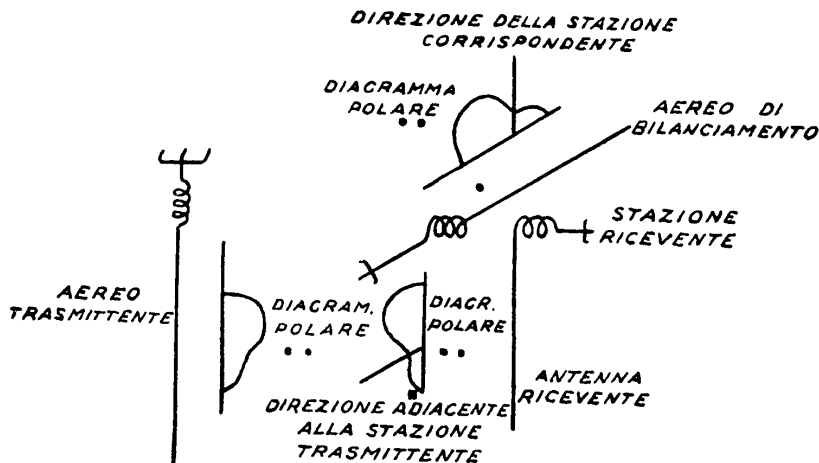



Fig. 12.

si può oggi facilmente trasformare una stazione radiotelegrafica in stazione radiotelefonica, per quanto la Radiotelefonia non assicuri ancora praticamente la medesima sicurezza e costanza del servizio offerto dalla Radiotelegrafia.

In ogni modo, tanto per la Radiotelegrafia quanto per la Radiotelefonia, il loro impiego si dimostra sempre più

utile quanto maggiore è la distanza da sorpassare. Infatti, mentre la distanza influisce grandemente nelle comunicazioni telefoniche col filo specialmente se per mezzo di cavi, si è osservato che la distanza ha poca influenza in riguardo alla chiarezza delle comunicazioni radiotelefoniche.

È mia convinzione che la parola umana sarà trasmessa attraverso l'Atlantico prima a mezzo della Radiotelefonia che a mezzo del telefono ordinario con cavo.

PERFEZIONAMENTI DEGLI APPARECCHI RICEVITORI.

Nei primordi della Radiotelegrafia venivano usati dei ricevitori a coherer basati sulla utilizzazione di speciali proprietà elettriche scoperte dal Calzecchi Onesti e studiate dal prof. Branly, dal Lodge, dal Popoff ecc. Ma dal 1902, cioè sino dalla campagna radiotelegrafica della R. Nave *Carlo Alberto*, io abbandonai l'uso dei ricevitori a coherer, che erano di funzionamento irregolare, per applicare dei ricevitori magnetici da me ideati, il funzionamento dei quali è basato sulla diminuzione della isteresi magnetica che si verifica nel ferro quando, in date condizioni, questo metallo è assoggettato agli effetti di oscillazioni elettriche ad alta frequenza; di tale apparecchio parlai estesamente nella mia conferenza del 1903.

Un altro tipo di ricevitore da me perfezionato in questi ultimi anni è basato sull'impiego di valvole di Fleming.

La valvola di Fleming consiste in una lampada elettrica il cui filamento è circondato, ma non toccato, da un cilindro metallico.

Questa valvola contiene aria o gas assai rarefatto. Quando la lampada viene accesa, gli elettroni o ioni negativi proiettati dal filamento dànno al gas rarefatto esistente nella lampada una conducibilità unilaterale.

Questo gas ionizzato, non solo possiede una conduttività unilaterale, ma anche una conducibilità analoga a quella di altre sostanze delle quali riferirò, la quale conduttività è funzione del voltaggio applicato.

Il risultato ottenuto è che quando un ricevitore di questo tipo è intercalato in un circuito ricevente, i gruppi delle oscillazioni ricevute vengono raddrizzati, cambiando la oscillazione alternata di questi gruppi in impulsi unilaterali, col risultato che l'effetto di detti gruppi diventa percettibile in un telefono o galvanometro ordinario, il che non potrebbe altrimenti avvenire a causa dell'altissima frequenza delle oscillazioni elettriche che costituiscono ogni gruppo di onde ricevute.

Un gran numero di altri rivelatori è stato impiegato di recente con successo, dipendenti dalla proprietà posseduta da certi cristalli di agire quali raddrizzatori di corrente, cioè di essere conduttori solo in un senso, ed anche di non apparentemente obbedire alla legge di Ohm. Ed in questo riguardo sono notevoli le proprietà possedute dai cristalli di carborundum.

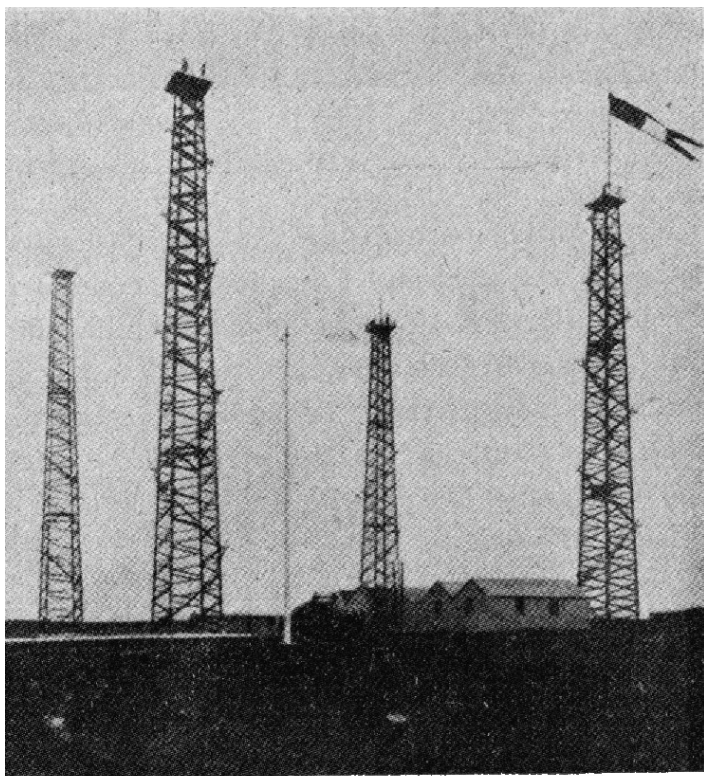



Fig. 13.

Darò ora una pratica dimostrazione della ricezione dei segnali trasmessi dalla stazione inglese di Poldhu (fig. 13) situata in Cornovaglia (Inghilterra), la quale è distante da Roma 1500 chilometri.

(*Esperienza*). Il suono che si sente è prodotto dalla ricezione di una serie di gruppi di oscillazioni create a

Poldhu da un disco trasmettitore simile a quello che ho più sopra descritto.

(*Dopo una serie di segnali, da tutti chiaramente uditi, l'apparecchio situato nella sala riceve da Poldhu il telegramma*: «UN SALUTO DALLA STAZIONE DI POLDHU» *la cui lettura fatta dal Segretario Generale della A. E. I. viene accolta da calorosi applausi*).

Allo scopo poi di poter fare con tali ricevitori un servizio a grande velocità, vengono impiegati degli apparecchi di ricezione o trasmissione automatici fatti funzionare mediante uno speciale dispositivo meccanico, alla stazione trasmettente, e mediante l'impiego di apparecchi fotografici registratori (fig. 14), oppure di fonografi, alla stazione ricevente. Con tali apparecchi sono riuscito a trasmettere e ricevere radiotelegrammi fra l'Inghilterra e l'America alla velocità di 60 parole al minuto, come è stato regolarmente constatato e dichiarato dalla Commissione Tecnica del Governo inglese. Re-

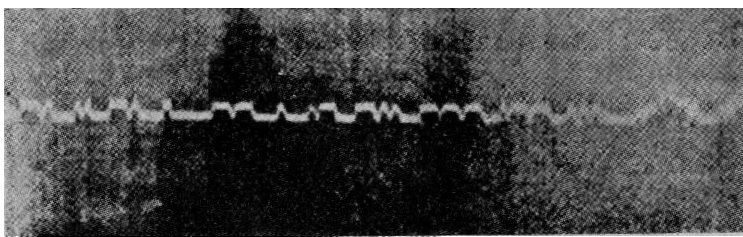



Fig. 14.

centemente è stata raggiunta la velocità di trasmissione e di ricezione di 100 parole al minuto.

Le ricerche intese a misurare la variazione nella intensità dei segnali sono state grandemente facilitate dall'uso di sensibilissimi galvanometri che permettono di misurare con sufficiente grado di accuratezza i segnali ricevuti. La costruzione di speciali strumenti di misura della lunghezza d'onda, del decremento e della energia irradiata, ha reso possibile di calcolare le stazioni r. t. su basi scientifiche, ma pur tuttavia la Radiotelegrafia è ancora, in certo modo, come l'Aviazione, non solo una *scienza* ma anche *un'arte* e per questo l'abilità e la pratica personale dei Radiotelegrafisti sono di grandissima importanza per sormontare le numerose difficoltà che spesso si presentano.

Infatti, malgrado che la teoria matematica della propagazione delle onde elettriche attraverso allo spazio fosse profondamente studiata dal Maxwell or sono 50 anni, e nonostante tutti i risultati sperimentali ottenuti in riguardo alla natura di queste onde, possediamo al giorno d'oggi solo cognizioni incomplete in riguardo ai principî fondamentali riguardanti gli effetti che facilitano od ostacolano la trasmissione di queste onde lungo la superficie del globo.

Nonostante il fatto che sia ora facile di progettare, costruire e mettere in operazione stazioni capaci di comunicare regolarmente a distanze di 6000 chilometri, rimane ancora difficile di dare una soddisfacente spiegazione

a molti fenomeni autentici riguardanti la propagazione delle onde.

Perchè, per esempio, ci domandiamo, quando vengono impiegate onde corte, le distanze di trasmissione raggiunte di giorno sono tanto minori di quelle attraversate durante la notte, mentre invece con le onde lunghe la distanza di trasmissione diurna è uguale?

Quale spiegazione abbiamo del fatto che di notte le distanze ottenibili nella direzione nord-sud e viceversa sono assai maggiori di quelle ottenute in direzione est-ovest?

Per quale motivo le montagne e i continenti ostruiscono il passaggio delle onde corte di giorno e non di notte?

Havvi inoltre una questione riguardante le trasmissioni radiotelegrafiche, che ha sinora mancato di attirare l'attenzione dovutale, e questa è la funzione della superficie terrestre.

I fisici in generale hanno per molti anni considerato gli effetti ottenuti in Radiotelegrafia come se dovuti solamente ad una libera radiazione di raggi hertziani attraverso allo spazio, ed è solo ora che si comincia a seriamente considerare il probabile effetto della conducibilità della terra.

In una conferenza tenuta innanzi alla Società Reale di Londra, Lord Rayleigh, nel riferirsi alle mie esperienze di trasmissione transatlantica, espresse l'opinione che i fenomeni di diffrazione non potevano da soli spiegare il

piegarsi delle onde elettriche attorno alla curvatura della terra.

Il prof. Fleming ha prodotto diagrammi rappresentanti la sua ipotesi relativa al distacco di semionde di forza elettrica da un filo verticale (fig. 15). Come si vede, secondo questa ipotesi, le onde non si propagherebbero come radiazioni libere nello spazio, ma scivolerebbero piuttosto attaccate lungo la superficie della terra.

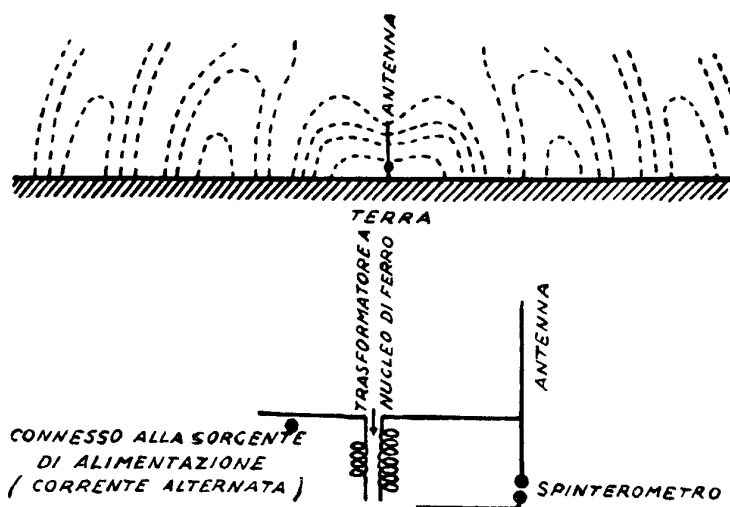



Fig. 15.

Il prof. Zenneck ha esaminato attentamente l'effetto della connessione a terra degli aerei riceventi e trasmettenti ed ha cercato di dimostrare matematicamente che quando le linee di forza elettrica costituenti l'onda elettrica passano lungo una superficie di piccola capacità induttiva specifica, come è la terra, divengono inclinate in

avanti, le loro estremità inferiori essendo ritardate dalla resistenza del conduttore alle quali sono collegate.

Le ricerche dello Zanneck indicano che coll'aumento della lunghezza d'onda dovrebbe venire diminuita la perdita d'energia causata dalla non perfetta conducibilità della terra. Questa spiegazione sarebbe in accordo coi risultati delle mie esperienze. Tale argomento è pure stato studiato dai professori Poincaré e Vreeland.

Sembra dunque che la Radiotelegrafia, secondo i metodi attualmente in uso, sia in grande misura assistita dalla conducibilità elettrica della superficie del globo e che la differenza in conducibilità che esiste fra il mare e la terra sia sufficiente a dare spiegazione del fatto osservato che attraverso il mare, a parità di altre circostanze, si richiede minor energia per la trasmissione dei segnali che attraverso la terra.

Fortunatamente, nel nostro caso la natura ci aiuta nell'utilizzare le sue forze. Sulla terraferma, dove è facile di erigere e mantenere i pali e i fili del telegrafo ordinario, la Telegrafia senza fili ha incontrato delle difficoltà, ma sul mare, dove è essenziale per i piroscafi di comunicare fra di loro per la propria sicurezza, e dove l'uso dei pali e dei fili telegrafici è assolutamente impossibile, sembra che ci siano state date speciali facilitazioni per utilizzare immediatamente questo mezzo, che in generale è l'unico mezzo possibile di comunicazione per le navi.

Nello stesso modo, il grande nemico della sicurezza delle navi – la nebbia – anche essa coll'indebolire l'effet-

to della luce, sembra favorisca le comunicazioni radiotelegrafiche, le quali generalmente sono più necessarie per le navi in tempo nebbioso che in tempo chiaro.

Il futuro deciderà se la Radiotelegrafia debba sostituire i cavi sottomarini; l'opinione che essa possa presto essere uno dei principali mezzi di comunicazione a grande distanza è certo poco popolare in Inghilterra dove più di un miliardo di lire è già investito nei cavi.

In ogni modo, non vi è alcun dubbio che questo nuovo metodo di comunicazione, che non conosce frontiere nè divisioni politiche, tende ad estendere i nostri mezzi di comunicazione fra punti distanti della terra ed a rendere possibile le comunicazioni alla grande maggioranza di persone, per le quali le attuali tariffe telegrafiche sono proibitive. La Radiotelegrafia è già largamente usata per il servizio di stampa; quasi tutte le notizie europee per molti dei grandi quotidiani di Nuova York traversano l'Atlantico senza l'aiuto dei cavi o di qualsiasi conduttore artificiale. A mezzo della Radiotelegrafia a grande distanza sono stati ricevuti in meno di 10 minuti dei dispacci da Londra a Nuova York, malgrado che tali dispacci dovessero essere ripetuti su linee terrestri che allacciavano le stazioni costiere rispettivamente con Londra e Nuova York.

Se vi fossero delle stazioni radiotelegrafiche presso le suddette due grandi città, dovrebbe essere possibile di eguagliare la rapidità dei cavi, senza sacrificare la preci-

sione delle comunicazioni. Queste stazioni sono già in corso di costruzione.

Applicazioni pratiche della Radiotelegrafia

Le prime applicazioni pratiche della Radiotelegrafia furono fatte a bordo di navi da guerra. La Regia Marina Italiana dimostrò sin dalla nascita della Radiotelegrafia una grande e competente iniziativa al riguardo.

Le esperienze fatte a bordo della R. Nave *San Marti-*

Fig. 16.

no alla Spezia nel 1897, alla distanza di 12 chilometri e la campagna della R. Nave *Carlo Alberto*, compiuta sotto l'alta direzione del compianto Ammiraglio Carlo Mirabello e con l'assistenza del Tenente di Vascello Marchese Solari, hanno segnato due grandi date nella storia della radiotelegrafia.

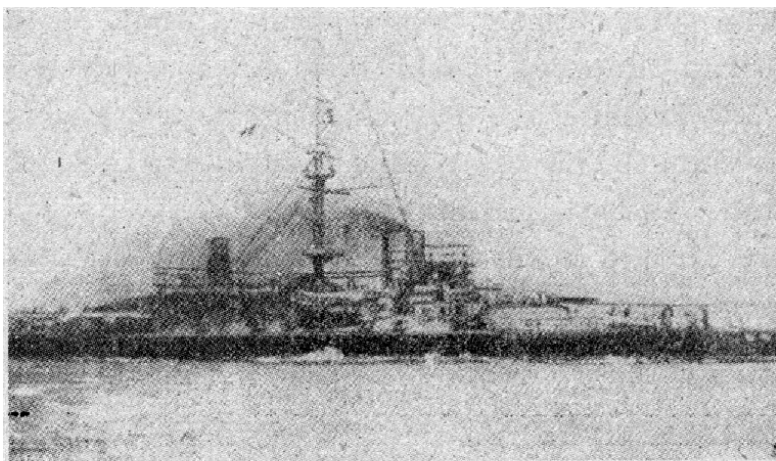



Fig. 17.

Sulla *Carlo Alberto* fu dimostrato per la prima volta che era possibile di trasmettere e ricevere dei radiotelegrammi a grande distanza attraverso le più alte montagne di Europa.

La figura 16 dimostra il viaggio compiuto attorno all'Europa dalla R. Nave *Carlo Alberto*. Durante tutto il viaggio furono ricevuti regolarmente dei radiotelegrammi con registrazione grafica o con telefono, come risulta dalla Relazione Ufficiale pubblicata alla fine della campagna dal Ministero della Marina.

Le applicazioni della radiotelegrafia sulle navi da guerra aumentarono considerevolmente dopo la campagna della *Carlo Alberto*.

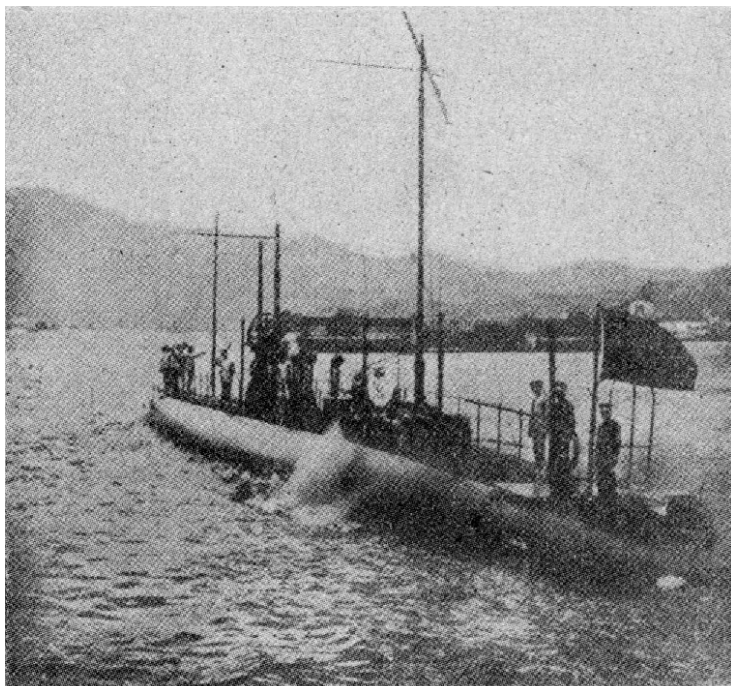



Fig. 18.

Le stazioni impiegate attualmente su tali navi sono di vario tipo e di varia portata.

Esistono stazioni per grandi corazzate della potenza di 30 kW. e della portata di circa 2.000 chilometri.

Sulle Regie Navi italiane sono applicate stazioni da 15, 10, 5 e 1½ kW, della portata rispettiva di 1000, 800, 600, 300 chilometri. Ma poichè sulle navi la limitazione delle lunghezze degli aerei obbliga all'impiego di onde corte che risentono, come dissi più sopra, dell'effetto della luce, la portata è di notte più che raddoppiata.

Le figure 17 e 18 dimostrano una delle tante navi (la *B. Brin*) ed uno dei sottomarini (il sommergibile portoghese *Espadarte* che parte da Spezia) sui quali sono impiegate le stazioni a cui ho accennato.

Marina Mercantile.

Alla prima applicazione della radiotelegrafia sulle navi da guerra seguirono quelle sulle navi mercantili.

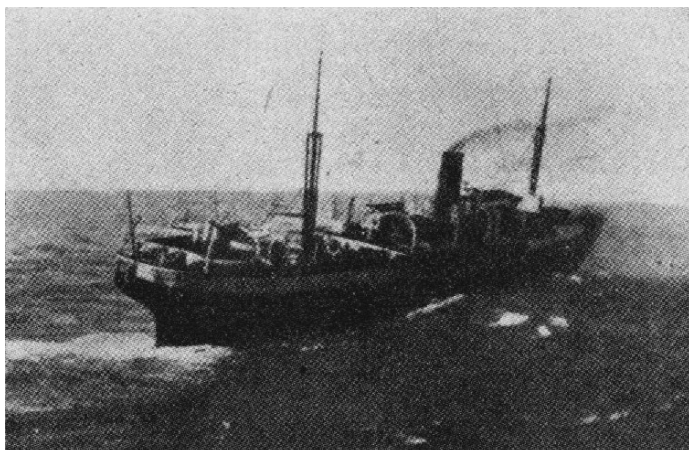



Fig. 19.

A tale riguardo, una grande organizzazione internazionale è stata stabilita dalle Compagnie da me tecnicamente dirette, per modo che oggi circa 1500 piroscafi sono muniti di apparecchi radiotelegrafici che funzionano osservando le norme stabilite da una Convenzione

internazionale alla quale hanno aderito tutti i principali Stati del mondo.

Per mezzo di speciali grafici, le navi in viaggio possono prevedere ogni giorno con quali navi possono corrispondere e così chiamare soccorso in caso di pericolo.

Parecchie migliaia di vite umane sono state sinora salvate per mezzo della radiotelegrafia. I salvataggi dei superstiti delle navi *Republic*, *Titanic* e *Volturno* sono ben noti.

La figura 19 rappresenta il *Volturno*, fotografato da una delle navi accorse al salvataggio dei suoi passeggeri e del suo equipaggio, dietro appello radiotelegrafico, mentre la nave incendiata era condannata a sparire per sempre in una terribile lotta di acqua e di fuoco.

Applicazioni terrestri della Radiotelegrafia.

Per rendere possibile alle navi di corrispondere con la terra è stato aumentato rapidamente e grandemente il numero delle stazioni r. t. costiere.

Esistono stazioni costiere di varia portata da Km. 100 fino a Km. 6000.

La stazione costiera di Poldhu (fig. 13), della portata di Km. 3000 fu costruita in verità con l'intento di stabilire per mezzo di essa il collegamento con l'America, ma essendo state in seguito costruite dalla mia Compagnia delle stazioni più potenti, essa è stata adibita al servizio a grande distanza con le navi. Così avviene spesso che

se da Roma si desidera di corrispondere con delle navi che sono in mezzo all'Atlantico, viene depositato il telegramma al mio Ufficio di Roma, che per mezzo di Poldhu fa pervenire il radiotelegramma a destinazione.

La stazione di Poldhu è stata inoltre adibita alla trasmissione dei telegrammi di stampa, che giornalmente vengono pubblicati a bordo delle principali navi in un giornale chiamato «Atlantic Daily News».

La figura 20 rappresenta il primo bollettino di notizie di stampa pubblicato nel 1904 a bordo della nave *Lucania*, sul quale compaiono i vari telegrammi ricevuti contemporaneamente dall'Europa e dall'America.

Fig. 20.

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO A GRANDE DISTANZA.

Dopo le prime esperienze a grande distanza compiute fra la stazione di Poldhu (fig. 13) e quella simile di Glace Bay (Canadà) di cui riproduco due fotografie (fig.

21-22) prese in inverno, il R. Governo italiano decise di impiantare anche in Italia una stazione simile per corrispondere possibilmente colle Colonie Italiane e con le Americhe, nonchè con le navi in alto mare.

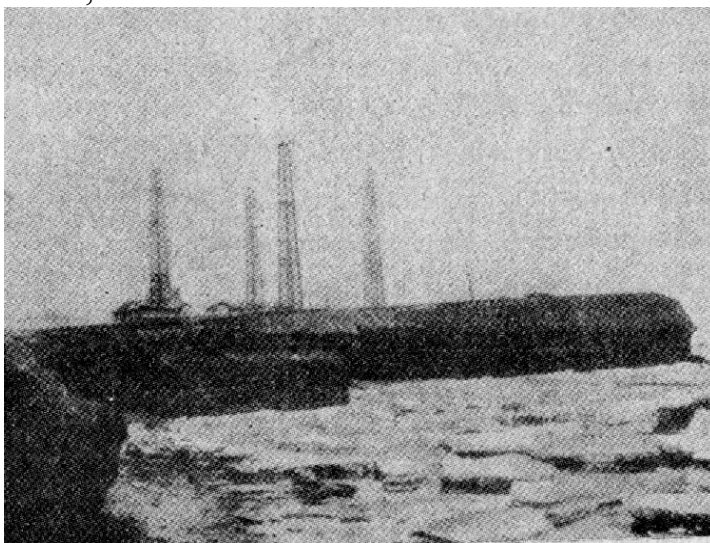



Fig. 21.

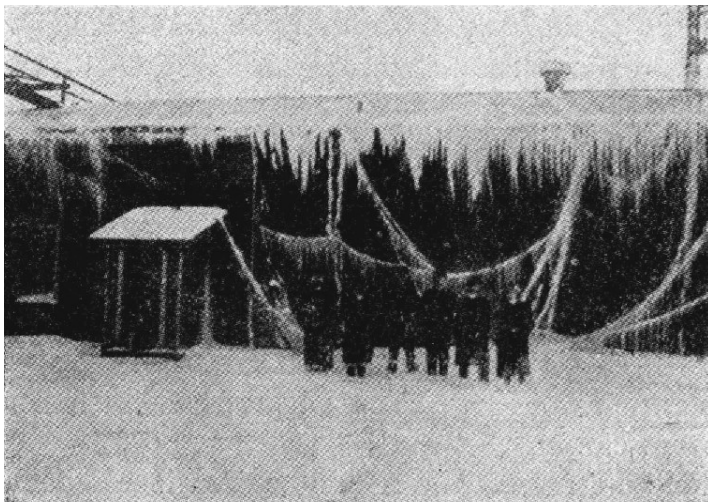



Fig. 22.

Secondo le Convenzioni stabilite al riguardo, e modificate in seguito per accordare speciali facilitazioni al R. Governo nel servizio internazionale, il Ministero delle Poste doveva provvedere alla costruzione del fabbricato e della strada di accesso. Mentre il Ministero delle Poste provvedeva a tale incombenza, ogni attività veniva posta da parte mia e delle mie Compagnie per stabilire nei vari Stati d'Europa e di America delle stazioni atte a completare la rete radiotelegrafica internazionale e sopratutto a facilitare la soluzione del grande problema non solo tecnico, ma anche politico, di rendere più facili e più economiche le comunicazioni tra l'Europa e l'America. A tale scopo sono state impiantate o sono in

corso di costruzione le stazioni a grande portata indicate nella figura 23.

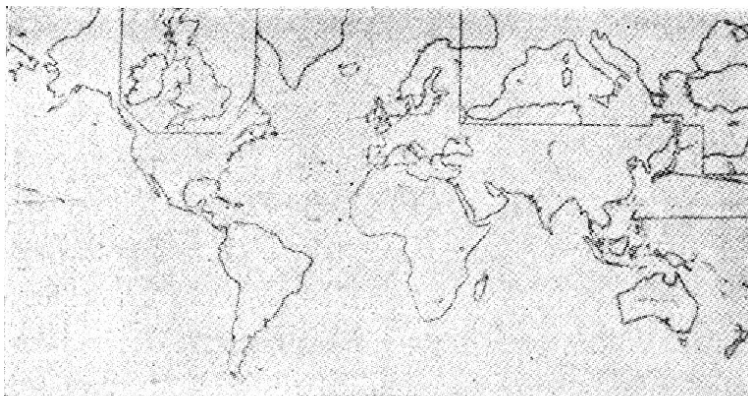



Fig. 23.

Nell'ottobre del 1910 mi veniva comunicato dal Ministero delle Poste che il fabbricato di Coltano era ultimato e che si poteva procedere all'impianto del macchinario radiotelegrafico. Poco dopo scoppiava la guerra italo-turca. Si raddoppiò allora di energia per completare la stazione che passò alla Regia Marina pel servizio militare. Il 20 novembre 1911 veniva collaudata la stazione di Coltano alla presenza di una Commissione della R. Marina che seguì la trasmissione e la ricezione di radiotelegrammi ufficiali tra la stazione di Glace Bay (Canadà), Massaua e Coltano.

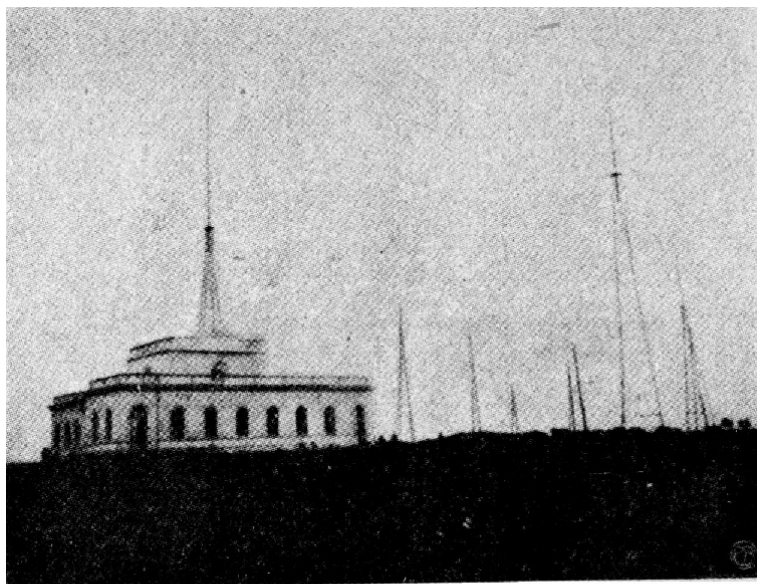



Fig. 24.

Per quanto alla stazione di Coltano (fig. 24), non siano ancora impiegati gli ultimi perfezionamenti della radiotelegrafia specialmente adatti alle comunicazioni commerciali, come per esempio la trasmissione automatica e il sistema duplex, che permette di ricevere e trasmettere allo stesso tempo, pure le segnalazioni di quella stazione sono percepite chiaramente entro un raggio di circa Km. 5000. Per l'impianto della stazione di Coltano sono state sorpassate non lievi difficoltà opposte dal terreno paludoso ove la stazione sorge, terreno assai adatto dal punto di vista tecnico radiotelegrafico, ma

poco adatto all'impianto delle 16 torri in ferro alte 75 metri installatevi.

SERVIZI PUBBLICI RADIOTELEGRAFICI A DISTANZA.

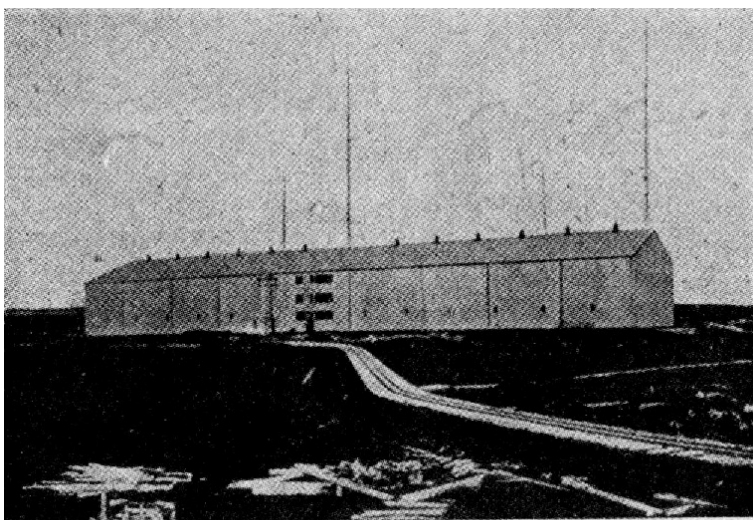



Fig. 25.

Dopo l'apertura al servizio pubblico della linea Bari-Antivari, per iniziativa presa dal nostro Ministero delle Poste e dei Telegrafi inaugurata nel 1904 all'Augusta presenza di S. M. il Re Nicola di Montenegro e che fu la prima linea commerciale aperta al servizio internazionale, venne inaugurato il primo servizio pubblico a grande distanza fra la stazione di Clifden (Irlanda) e quella di Glace Bay (Canadà) nel novembre del 1907.

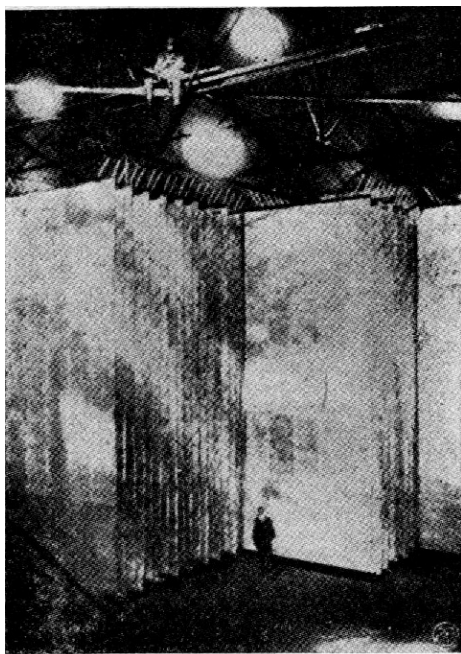



Fig. 26.

In tali stazioni sono applicati quasi tutti gli ultimi perfezionamenti della radiotelegrafia, ed il servizio è disimpegnato col sistema duplex ed alla velocità di 60 parole al minuto. La figura 25 rappresenta l'aspetto esterno della stazione di Clifden e la figura 26, il grande condensatore ad aria.

Mercè l'iniziativa del Ministero degli Esteri, l'alta competenza del personale della Regia Marina e l'assistenza della Compagnia da me tecnicamente diretta, è stato stabilito in modo assai rapido un servizio pubblico a grande e a pic-

cola distanza fra Massaua, Mogadiscio e le principali località della Somalia Italiana.

Le difficoltà sorpassate per l'esecuzione di tali impianti sono state assai rilevanti e lo sbarco di pesanti materiali sull'aperta costa del Benadir, diretto dall'allora Comandante Millo, richiese una sapiente arditezza di cui l'illustre Ministro della Marina è ben noto maestro.

La fig. 27 rappresenta la rete radiotelegrafica coloniale italiana, la fig. 28 la fotografia della stazione di Mogadiscio.

Fig. 27.

Nell'impresa libica e nella organizzazione delle nostre nuove Colonie, la Radiotelegrafia ha avuto ed ha un largo campo di applicazione.

Fig. 28.

All'inizio della guerra fu stabilita in pochi giorni dalla Regia Marina la corrispondenza radiotelegrafica fra Tripoli e la Sicilia; ed ora Tripoli e Bengasi sono allacciate direttamente fra di loro e con Roma.

Farò ora sentire i segnali trasmessi a Roma dalla nostra nuova Colonia Africana.

(*Esperienza – Si sentono distintamente nella sala i segnali di un tono stridulo caratteristico, emessi dalla stazione di Tripoli e viene ricevuto il telegramma*: LIBRATO SU ALI GENIO ITALICO, ALLA GRAN MADRE ROMA IL

SALUTO DELLA FIGLIA RINATA, *la cui lettura fatta dal Segretario Generale della A. E. I. è molto applaudita*).

Fu per me un alto onore l'aver potuto, coll'approvazione dei Ministri della Guerra e della Marina, recarmi in Tripolitania e Cirenaica a bordo della Regia Nave *Pisa* durante il principio delle ostilità italo-turche, e potermi mettere a disposizione del Governo per quanto l'opera mia potesse riuscire utile. In quella occasione potei dimostrare la possibilità di ricevere radiotelegrammi trasmessi da Coltano impiegando in Libia anzichè un'antenna sostenuta da alberi o da torri, un semplice conduttore disteso sulla sabbia.

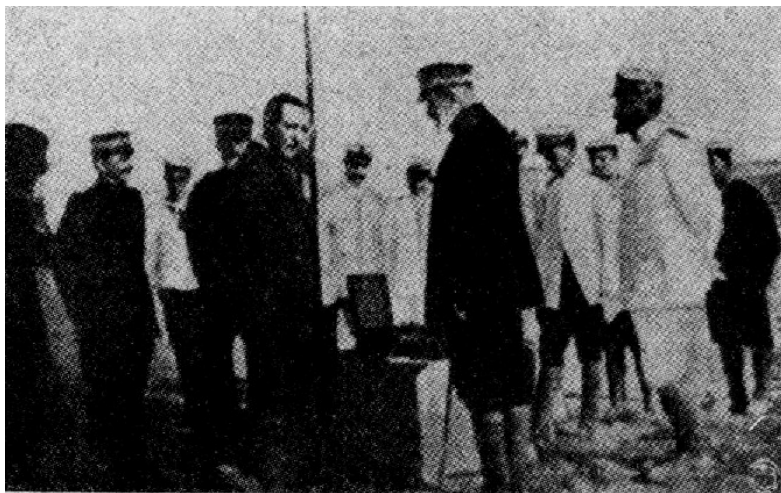



Fig. 29.

La figura 29 riproduce una fotografia presa a Tobruk,

in Cirenaica, mentre il compianto ammiraglio Aubry assisteva alle mie esperienze.

Nella nostra recente guerra coloniale sono state applicate in grandissimo numero dal nostro esercito con

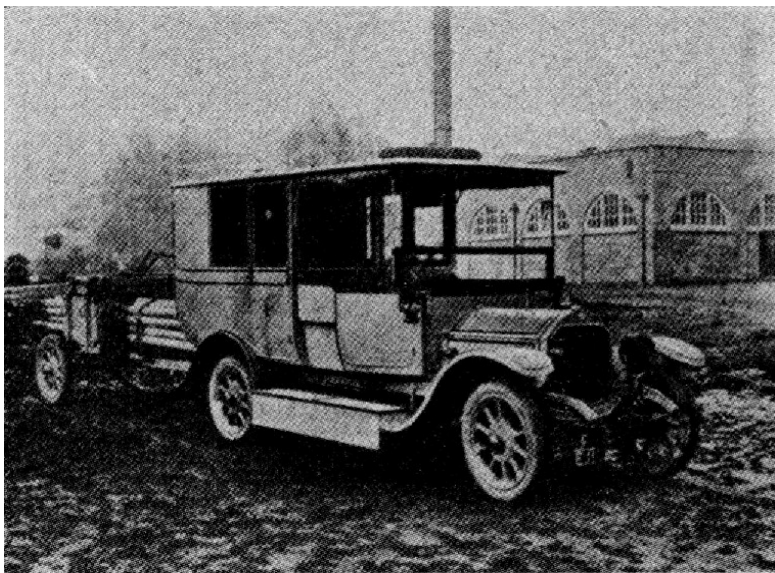



Fig. 30.

grande competenza ed abilità le stazioni radiotelegrafiche trasportabili. Di tali stazioni ne esistono di diverso tipo; stazioni trasportabili da due cassoni a zaino della portata di circa Km. 20; stazioni su carretti come quella che è qui esposta della portata di Km. 200; stazioni da cavalleria della portata di Km. 100; stazioni su automobili (fig. 30) della portata di Km. 300; stazioni per fanteria (fig. 31) o da sbarco della portata fino a Km. 100;

stazioni da aeroplani (fig. 32) o dirigibili della portata di Km. 150; stazioni trasportabili a dorso di cammello della portata di Km. 200 (figure 33, 34, 35).

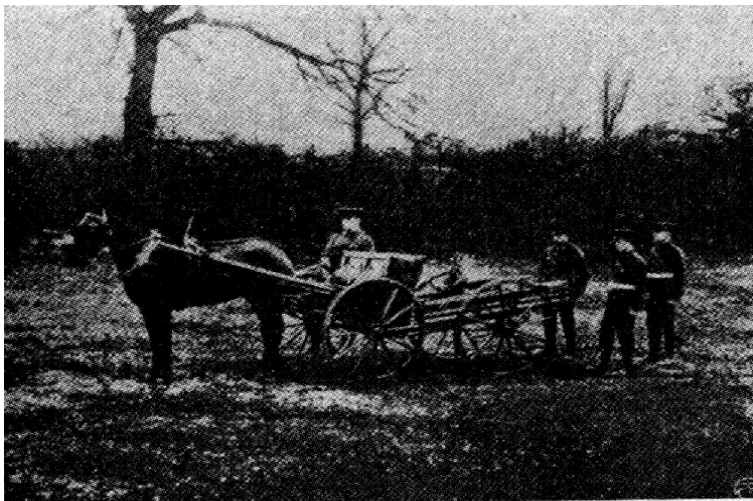



Fig. 31.

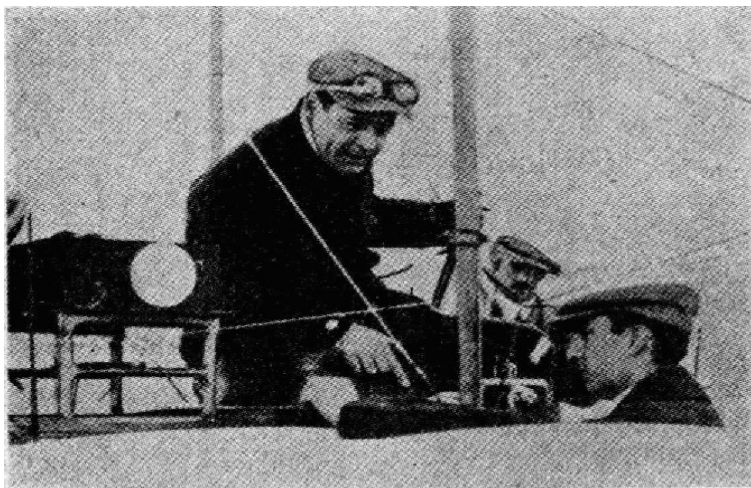



Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Desidero di offrire il modo di constatare come avvenga la trasmissione r. t. nelle stazioni trasportabili sopra accennate. Il radiatore è composto di un filo o più fili orizzontali sostenuti da piccoli alberi. L'energia elettrica è fornita da un gruppo elettro-generatore, la cui corrente viene trasformata in corrente alternata ad altissima frequenza, od oscillazioni elettriche, per mezzo dello scaricatore a disco che è qui esposto.

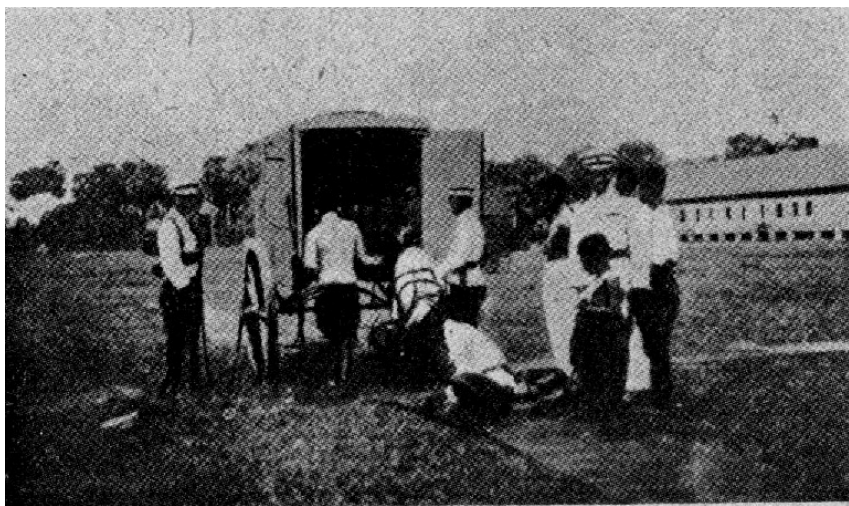



Fig. 36.

(*Esperienza: lo scaricatore viene messo in funzione*).

Il suono della serie di scintille che viene prodotto è quello stesso ricevuto al telefono della stazione ricevente.

Tra poco trasmetterà anche la stazione di Coltano, ed io potrò farne sentire i segnali, come già per le stazioni di Poldhu e Tripoli.

(*Esperienza – Dopo alcuni segnali, l'apparecchio riceve da Coltano il telegramma seguente, vivamente applaudito*: LA RADIO-ULTRAPOTENTE ITALIANA UNISCE IL SUO AL PLAUSO CHE, AUSPICI GLI AUGUSTI SOVRANI, ITALIA TRIBUTA A GUGLIELMO MARCONI).

Al disopra di qualsiasi interesse sulle applicazioni della Radiotelegrafia io credo che la più grande soddisfazione che compensa largamente il lavoro di tutti coloro che si dedicano alla soluzione di questo importante problema e che sono come me spesso di fronte ai pericoli del creare, è quella di constatare che la Radiotelegrafia non è venuta mai meno tutte le volte che si è trattato di ricevere il grido di soccorso di vite umane in pericolo sul mare.

Sire! Graziosa Regina! Signore e Signori!

Nella storia della Radiotelegrafia rimarrà indelebile il ricordo dell'alto impulso dato allo sviluppo di questo nuovo ramo della scienza dagli Augusti Sovrani d'Italia, e nell'animo mio rimarrà infinita la riconoscenza per l'incoraggiamento accordatomi sempre da S. M. il Re e dal suo Governo.

Io confido, che con la sapiente cooperazione dei nostri valenti ufficiali di mare e di terra e degli ingegneri civili, la Radiotelegrafia possa riuscire sempre più utile al Paese nostro.

FENOMENI NON SPIEGATI E PROBLEMI INSOLUTI ATTINENTI ALLA RADIOTELEGRAFIA[55]

Altezza Reale, Signore e Signori,

Nell'accettare l'onore di parlare in questa solenne adunanza, non mi dissimulai le grandi difficoltà, che le speciali condizioni create dalla guerra, che imperversa in tanta parte del mondo, avrebbero opposto ad una esposizione dei principali progressi conseguiti in radiotelegrafia durante gli ultimi due anni. Avrei desiderato riferire circa la soluzione di importanti problemi e le speciali applicazioni della Radiotelegrafia agli scopi guerreschi, ottenute da noi e dai nostri alleati, e da me constatate, al nostro fronte, ed in quelli francese ed inglese. Ma ciò è impossibile se non si vuole che i nostri nemici ne approfittino.

Per quanto la telegrafia attraverso lo spazio sia di grande utilità ai nostri nemici e costituisca l'unico loro

---

[55] In «Rendiconti delle adunanze solenni», R. Accademia dei Lincei, vol. 3° (12 novembre 1916).

mezzo telegrafico per comunicare con l'America, tuttavia credo di non errare affermando che essa è assai più utile a noi e alle Potenze dell'Intesa nostre alleate che agli Imperi Centrali. Infatti, entro i confini politici e militari degli Imperi Centrali, le comunicazioni telegrafiche e telefoniche, cosidette ordinarie, erano ed indubbiamente sono sviluppate e organizzate in modo da permettere al Comando germanico di dirigere e mantenere il contatto cogli eserciti a loro alleati o vassalli, anche senza il soccorso della Radiotelegrafia. Non è così, però, per le Nazioni dell'Intesa, le quali, separate, in tanti casi, le une dalle altre (come ad esempio la Russia) da territori nemici, o da distanze enormi, non avrebbero potuto senza questo nuovo mezzo di comunicazione, coordinare le loro azioni o consultarsi a vicenda, se non con estrema difficoltà e lentezza, mentre coll'ausilio della Radiotelegrafia possono farlo con una celerità e con una certezza che sarebbero state in qualunque altro modo inconseguibili.

La stessa osservazione potrebbe farsi per la guerra sul mare; solo raramente, ai Tedeschi, è necessario comunicare fra i loro comandi e le loro navi, che tanto raramente escono dalle loro basi fortificate, mentre per l'Inghilterra e per noi le condizioni sono ben diverse. Il mantenimento del blocco marittimo contro gli Imperi Centrali e le nuove condizioni imposte dall'avvento dei sottomarini, avrebbero, senza l'aiuto della Radiotelegrafia, grandemente aumentati i nostri rischi e le nostre perdite.

Le applicazioni delle onde elettriche alle comunicazioni attraverso grandi distanze hanno continuato ad estendersi ed a moltiplicarsi malgrado la guerra, e molti problemi che, pochi anni or sono, apparivano quasi insolubili, sono stati risolti o sono sulla via della loro soluzione, grazie, principalmente, alla maggiore esperienza e alle più complete cognizioni che ora possediamo.

Non essendomi permesso di entrare in dettagli tecnici in merito alle applicazioni e ai perfezionamenti recentemente introdotti nella Radiotelegrafia, mi intratterrò su fenomeni che si verificano nello spazio o meglio nel mezzo che sovrasta questa travagliata terra e nel quale la scienza può svolgere le sue indagini più profonde senza limitazione di confini militari e politici.

Le esperienze e le ricerche che si sono potute eseguire su di una scala molto più vasta di quella possibile nei laboratori di fisica hanno permesso la constatazione e lo studio di molti fenomeni nuovi dovuti a variazioni e a perturbazioni del mezzo in cui avviene la propagazione delle onde elettriche.

Su questi fenomeni vorrei richiamare una maggiore attenzione dai cultori delle scienze fisiche e matematiche, i quali certamente riusciranno a trovare spiegazioni di tanti fatti che ora appaiono avvolti nell'oscurità e nel mistero. Confesso, però, che i problemi insoluti relativi a tali fenomeni aumentano il fascino di un soggetto per lo studio del quale il solo vero laboratorio è il mondo, e che sembra ancora lungi dall'aver raggiunto quello stato

apparentemente finale conseguito da tante altre applicazioni dell'elettricità. Siamo ancora lungi dal possedere cognizioni esatte sulle condizioni che governano la trasmissione o la propagazione delle onde elettriche, specialmente attraverso alle grandi distanze. Benchè sia oggi facile il progettare e costruire impianti capaci di comunicare in modo soddisfacente a distanze di oltre km. 4000, nessuna spiegazione generalmente accettata è stata ancora data dell'influenza dello spazio o della superficie terrestre sulla propagazione delle onde elettriche. Enumererò quindi alcuni quesiti relativi a tali fenomeni.

Perchè quando si usano onde piuttosto corte, la portata di trasmissione ottenuta di notte è tanto più grande di quella ottenuta durante il giorno, mentre usando onde molto lunghe, la portata di giorno diventa pressochè uguale a quella di notte?

Quale spiegazione è stata data al fatto che le portate di trasmissioni notturne, ottenute in direzione che si approssima al meridiano, sono in generale più grandi di quelle ottenute in direzione di un parallelo?

Perchè le montagne e la terra oppongono in generale un ostacolo così grande alle onde corte quando lo spazio è illuminato dalla luce solare, mentre non oppongono tale ostacolo durante le ore di oscurità?

Quale è l'origine e la provenienza delle onde naturali disturbatrici che gli Inglesi chiamano «Xs», gli Americani «Statics», e noi «intrusi» o «scariche» che in tutti i

tempi attraversano lo spazio e causano spesso seria difficoltà alle comunicazioni radiotelegrafiche?

Se si potesse considerare la terra come una sfera perfettamente conduttrice, contornata da uno spazio dielettrico omogeneo, sarebbe facile studiare matematicamente la propagazione di onde elettriche sulla superficie della sfera e nel mezzo che l'avvolge. Studi di questo genere sono stati fatti dal Poincaré, dal Rayleigh, dal Macdonald, dal Rybczynski, dal Sommerfeld e da altri. Uno degli studi più recenti e più completi è quello del Macdonald.

Ma il nostro globo terrestre è lungi all'essere una sfera omogeneamente conduttrice, e la nostra atmosfera non è neppure un dielettrico omogeneo e invariabile.

Nelle esperienze transatlantiche, condotte a bordo della nave americana *Philadelphia* nel febbraio 1902, osservai, per la prima volta, come la luce solare limitasse grandemente la propagazione delle onde elettriche della lunghezza massima fino allora impiegata. Comunicai i risultati delle mie osservazioni in una Memoria letta innanzi alla Società Reale di Londra il 12 giugno di quell'anno, e Lord Kelvin, che prese parte alla discussione, fu tanto sorpreso dei risultati descritti che mi chiese se non dovessimo attribuire le importanti variazioni osservate a cambiamenti o sregolazioni accidentali degli apparecchi utilizzati.

La spiegazione di questo fenomeno più generalmente accettata era basata principalmente su osservazioni di J.

J. Thomson, di Cambridge, e, cioè, sull'ipotesi che l'assorbimento delle onde elettriche causato dalla luce solare fosse dovuto alla ionizzazione delle molecole gassose dell'aria sotto l'azione dei raggi ultravioletti. Poichè, d'altra parte, i raggi ultravioletti del sole sono largamente assorbiti dagli strati superiori dell'atmosfera, è probabile che quella parte dell'atmosfera che è rivolta verso il sole, contenga una maggiore quantità di ioni o elettroni che non quella parte che si trova all'ombra. Sarebbe, quindi, l'atmosfera illuminata e ionizzata, secondo tale ipotesi, che assorbirebbe, in parte, l'energia delle onde elettriche.

Nel 1904 il fisico inglese Heaviside richiamò l'attenzione sull'importanza che deve avere il mezzo, ritenuto forse per errore uniformemente dielettrico, nelle trasmissioni radiotelegrafiche, e manifestò l'ipotesi che gli strati alti dell'atmosfera rarefatti e ionizzati dei raggi ultravioletti della luce solare, costituissero una specie di involucro conduttore concentrico alla superficie della terra e capace di riflettere i raggi elettrici irradiati dalle stazioni radiotelegrafiche.

Questa ipotesi dell'Heaviside è stata studiata e amplificata dall'Eccles in Inghilterra, e dal Loewenstein negli Stati Uniti. Infatti, il Loewenstein, in una Memoria pubblicata nei «Proceedings of the Institute of Radio Engineers» del giugno 1916, New York, fa notare come misure eseguite sulla intensità della luce solare presso il tramonto, mettono in evidenza tre marcati effetti di di-

scontinuità, quando gli ultimi raggi vengano tangenti agli strati atmosferici all'altezza di km. 11, di 75 e di 220. Infatti, egli dice che saggi eseguiti con palloni frenati forniti di apparecchi registratori dimostrano sempre un marcato cambiamento all'altezza di km. 11. La temperatura che, vicino alla terra, scende in ragione di 5 gradi al chilometro, e, a un'altezza di km. 10, in ragione di 9 gradi per chilometro, diviene ad un tratto costante nelle regioni superiori a km. 11. La temperatura media di tali regioni è di 55 gradi centigradi sotto zero. La ragione della uniformità di temperatura al disopra del livello di km. 11 risiede forse nel fatto che le tenui pressioni dell'atmosfera a quelle altitudini la rendono buona conduttrice della elettricità. La discontinuità dell'atmosfera a km. 11 è stata anche confermata dalla analisi chimica della composizione dell'aria. Come è indicato nella curva della figura 1, l'analisi volumetrica della atmosfera rispetto alla sua relativa proporzione di

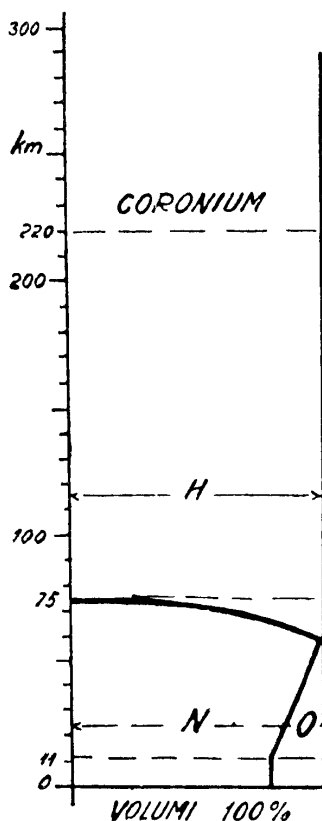



Fig. 1.

azoto e di ossigeno dimostra un rapporto costante nel primo strato sino a km. 11; la ragione di ciò risiede forse nel fatto che le correnti d'aria ascendenti e discendenti vi provocano un costante mescolamento e così non permettono ai gas di disporsi secondo la loro differente densità.

Lo strato inferiore avente km. 11 di spessore, che il Loewenstein chiama troposfera, è indicato nel diagramma figura 1, in cui una linea verticale dimostra la composizione costante sino a km. 11 di altezza. Al disopra di questo livello, i gas dell'atmosfera si dispongono in accordo con la legge di Dalton: l'ossigeno più pesante diminuisce in quantità con l'altezza, e l'azoto, più leggero, guadagna nelle relative proporzioni. A km. 60 l'ossigeno scompare quasi totalmente e l'idrogeno comincia a divenire preponderante. Però, a ragione della grandissima differenza di densità, la miscela di azoto e di idrogeno si estende solo per uno strato limitato di km. 15 e, come dimostra la curva, avviene un altro cambiamento dall'azoto all'idrogeno a 75 chilometri.

Un terzo subitaneo cambiamento nell'intensità della luce al tramonto avviene quando gli ultimi raggi solari passano tangenti allo strato che trovasi all'altezza di km. 220. Sino a quel momento l'illuminazione degli atomi di idrogeno fa apparire il cielo azzurro potendo questi atomi trasmettere i raggi corti dello spettro solare ai nostri occhi.

La scomparsa subitanea dell'azzurro è dovuta alla piuttosto rapida scomparsa dell'idrogeno dell'atmosfera ed alla presenza di uno strato di Coronium a quell'altezza.

Rimane a considerare l'effetto probabile delle su esposte successive variazioni sulla trasmissione delle onde elettriche attraverso lo spazio.

Le pressioni relativamente elevate esistenti nello spazio adiacente alla terra, rendono in tale spazio il mezzo un buonissimo dielettrico e perciò molto trasparente alle onde elettriche. Lo spazio compreso fra gli 11 e i 75 chilometri costituisce la zona di maggiore conducibilità, limitata al disopra da strati di così bassa pressione da costituire forse un perfetto dielettrico.

Se i cambiamenti di costituzione e di proprietà elettriche dell'atmosfera fossero graduali, darebbero luogo a considerevoli assorbimenti e perdite, anche se producessero effetti di marcata riflessione delle onde elettriche: di conseguenza, molte ragioni si sono opposte all'accettazione dell'ipotesi dell'efficiente riflessione dagli alti strati. I cambiamenti subitanei che, sembra accertato, esistono nella composizione e nelle proprietà elettriche dell'atmosfera, certamente ci permettono, con minore esitanza, di attribuire ad una buona riflessione delle onde elettriche sullo strato conduttore superiore le grandi variazioni che avvengono nell'energia ricevuta, la ragione delle grandi distanze raggiunte, la efficienza ottenuta, secondo la lunghezza d'onda impiegata per date di-

stanze. In tal modo le nostre onde non potrebbero irradiare all'infinito nello spazio, ma rimarrebbero rinchiuse fra due superfici concentriche riflettenti, una delle quali, la superficie della terra, e l'altra, lo strato conduttore a km. 11, come è rozzamente indicato nella figura 2.

Questa ipotesi potrebbe spiegare la riduzione della portata che si verifica con l'impiego di onde corte durante il giorno per il fatto che, causa l'effetto ionizzante della luce solare, gli strati bassi dell'atmosfera vengono resi parzialmente conduttori; la stessa ipotesi potrebbe suggerire anche che lo strato conduttore e riflettente indicato dal Heaviside non verrebbe affatto in azione durante il giorno, causa lo schermo opposto dalla temporanea conducibilità degli strati inferiori.

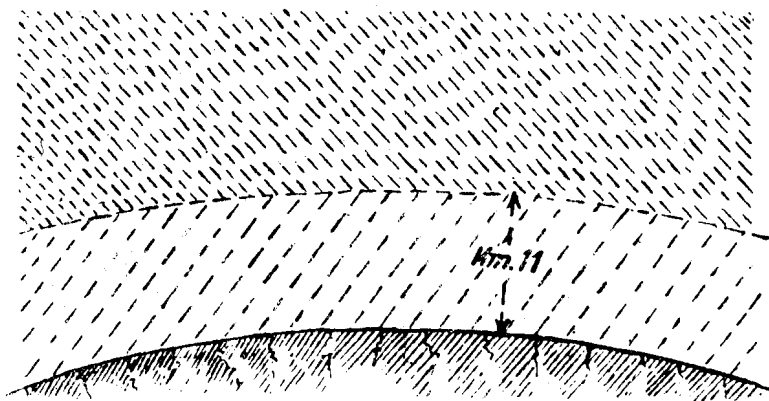



Fig. 2.

È ben noto che, durante il giorno, le grandi portate di trasmissione sono solo conseguibili con l'impiego delle onde lunghe. Secondo Eccles la ionizzazione prodotta dalla luce solare ha due effetti sulle onde elettriche, cioè, ne aumenta l'assorbimento e la velocità. Ma la ionizzazione è più intensa in alto che in basso, per cui la parte più elevata del fronte di una lunga onda verticale, si propagherà con una velocità maggiore che non quella della parte dell'onda che trovasi vicina alla superficie della terra, per cui l'onda si piegherebbe in avanti con la tendenza a seguire la curvatura terrestre.

Qualche fenomeno di questo genere deve indubbiamente esistere, perchè altrimenti, come ben disse Lord Rayleigh, in una Memoria letta alla Società Reale di Londra, nel 1903, riferendosi ai risultati da me ottenuti attraverso distanze di 3000 chilometri, tali risultati avrebbero indicato un piegamento o una rifrazione delle onde lungo la curvatura della terra assai più marcati di quelli che si sarebbero potuti teoricamente prevedere.

Fra stazioni comunicanti fra loro attraverso distanze di qualche migliaio di chilometri, avvengono variazioni diurne abbastanza regolari nella forza dei segnali ricevuti. Così, nelle trasmissioni transatlantiche fra l'Irlanda e il Canadà si verificano due minimi e due massimi, alla mattina e alla sera, quando, in conseguenza della differenza della longitudine, la luce e l'oscurità si estendono solo attraverso parte dello spazio che separa le due stazioni. Sembrerebbe, infatti, che le onde elettriche incon-

trino per un breve periodo difficoltà speciali nel passare da una zona illuminata ad una oscura e viceversa. Questo effetto è, come prevedibile, assai meno marcato nelle trasmissioni in direzione nord-sud e viceversa, giacchè in questo caso il passaggio dalla luce all'oscurità avviene molto più rapidamente sullo spazio che separa le due stazioni. Per brevità io considero ora solo alcune condizioni che si oppongono alla propagazione e ricezione delle onde elettriche, ma vi sono al riguardo anche condizioni che eccezionalmente le favoriscono. Così avviene spesso che, in date circostanze, è possibile corrispondere a grande distanza con un centesimo dell'energia normalmente necessaria.

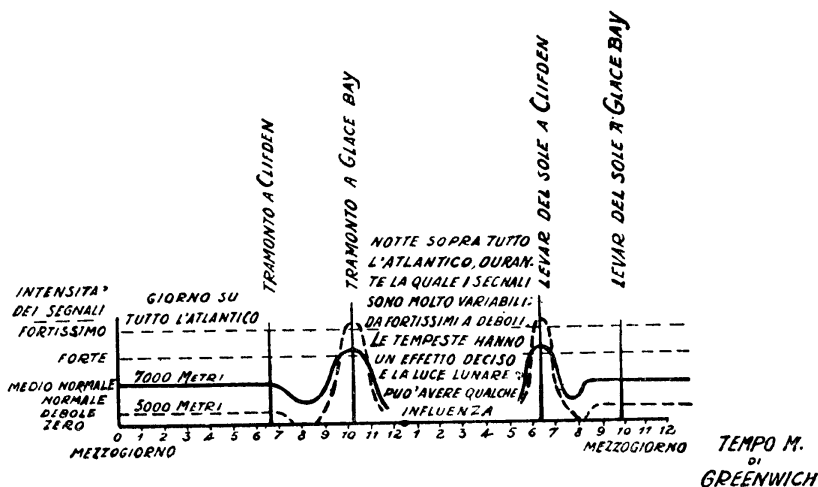



Fig. 3.

Perciò, come è ben noto, per rendersi conto della efficienza di un impianto radiotelegrafico di nuovo tipo,

conviene sempre esperimentarlo in modo continuo e per un lungo periodo di tempo durante le varie stagioni, e cioè nelle condizioni sfavorevoli come anche in quelle favorevoli alla trasmissione delle onde elettriche.

Espongo qui un diagramma (fig. 3) tracciato in accordo alle osservazioni fatte per più di un anno dal mio assistente H. J. Round. Esso rappresenta le variazioni medie giornaliere, dell'intensità dei segnali ricevuti a Clifden (Irlanda), da Glace Bay (Nord America) distanza Km. 3600. Le curve tracciate sul diagramma fanno vedere la variazione media giornaliera dell'intensità dei segnali ricevuti, impiegando due lunghezze d'onda, l'una di 7000 e l'altra di 5000 metri. Risulta evidente da queste curve che le variazioni maggiori avvengono quando si impiega l'onda più corta. Di notte, le variazioni sono più irregolari.

La teoria elettromagnetica di Maxwell fece intravedere la possibilità della propagazione di effetti elettrici per mezzo di onde nello spazio, ma prima delle memorabili esperienze e dimostrazioni di Heinrich Hertz, la maggioranza dei fisici era forse incredula sulla esistenza di onde elettriche. È interessante osservare che le onde elettriche, lunghe e corte, forti e deboli, prodotte dalla natura, hanno sempre percorso la superficie del globo in tutte le direzioni. L'importanza di queste onde naturali fu rilevata ai primordi della Radiotelegrafia quando fu avvertito che esse producevano seri disturbi mischiandosi in modo erratico coi segni convenzionali telegrafi-

ci, e rendevano, con la registrazione di falsi segnali, impossibile, per periodi fortunatamente brevi, le comunicazioni radiotelegrafiche. Come ho già detto, in Inghilterra queste onde naturali furono chiamati «Xs» e da noi «intrusi»; è bene dir subito che tali onde naturali sono da distinguersi dagli effetti di quanto chiamasi «elettricità atmosferica», dovuti alla elettrizzazione dell'aria e rilevati dalle storiche esperienze di Franklin e di altri.

Infatti, con il termine «Xs» o «intrusi», si debbono intendere le onde elettriche prodotte dalla natura. Il termine «disturbi atmosferici» è probabilmente inesatto, giacchè suggerirebbe che i disturbi sono tutti di origine atmosferica, il che non è provato.

Anni or sono, in seguito alle osservazioni del Popoff, del Tommasina, del Finzi, del Turpin e di altri, si era creduto che queste onde originassero dalle scariche elettriche che accompagnano i temporali e i disturbi atmosferici. Che queste onde siano prodotte anche dalle burrasche e dai movimenti ciclonici è indubitato. Ma avviene però anche, nei giorni nei quali non esiste alcuna burrasca in tutta l'Europa e nei paesi vicini, che queste onde sono ricevute mediante un ricevitore collegato a una antenna sintonizzata per onde lunghe. È ancora dubbio, a parer mio, se queste onde siano prodotte da scariche elettriche lontanissime, oppure da disturbi elettrici che avvengono nell'interno della terra, o da perturbazioni che hanno luogo al difuori della terra e della sua atmosfera.

Osservazioni fatte simultaneamente e per parecchi anni alle stazioni radiotelegrafiche di lunga portata in Europa e in America hanno provato che, in molti casi, gli stessi disturbi si verificano allo stesso tempo, direi allo stesso istante, e con la stessa intensità tanto in America quanto in Europa. Ciò farebbe credere che il luogo di origine di queste onde si trovi a distanza grande paragonata alla distanza che separa le trasmissioni transatlantiche, che è di circa Km. 4.000.

In merito a tali onde naturali è stato pubblicato nel 1915 un rapporto della Commissione per le ricerche radiotelegrafiche dell'Associazione Britannica per il Progresso delle Scienze; le conclusioni di tale rapporto coincidono in generale col risultato delle mie osservazioni.

1ª Durante la notte, i disturbi causati dalle onde naturali sono assai più prevalenti che durante il giorno.

2ª Se si tracciano curve indicanti la frequenza e l'intensità delle onde perturbatrici di ora in ora si ottengono due curve: l'una indicante un brusco cambiamento nel passaggio dal giorno alla notte e dalla notte al giorno e l'altra indicante variazioni più graduali. La prima curva si ottiene con osservazioni eseguite in alto mare o in quelle isole situate a grande distanza dai continenti; la seconda sui continenti e specialmente nella zona tropicale. L'ora dei disturbi minimi è generalmente poco dopo il mezzogiorno, e quella dei massimi poco dopo la mezzanotte in quasi tutte le stazioni situate a Nord del-

l'Equatore. Le sole eccezioni si trovano in alcune osservazioni fatte a Lagos, Nigeria, ove la curva dimostra una intensità minima alle 7 del mattino, con un graduale aumento durante le ore diurne. Quando non intervengono circostanze speciali e locali, come burrasche e disturbi ciclonici, il cambiamento dalle condizioni diurne a quelle notturne e viceversa ritarda un po' sul tempo del tramonto o della levata del sole. Queste regolari e universali variazioni diurne dimostrano variazioni medie che su di una scala arbitraria sono indicate dalla cifra 2, per il giorno, e 5 per la notte, nelle regioni tropicali, e di 0,3 di giorno e 3 di notte nelle zone temperate. In generale, le variazioni barometriche rapide, specialmente se nel senso discendente, sono sempre accompagnate da un'intensa manifestazione di queste onde disturbatrici.

Da investigazioni che ho potuto fare io stesso nel Canadà e anche da studi fatti alle stazioni r. t. dell'esercito americano in Alaska, risulterebbe che le aurore boreali e le burrasche magnetiche, che tanto spesso recano disturbo alle comunicazioni telegrafiche ordinarie con filo, sono senza effetto oppure non producono disturbo alcuno nelle comunicazioni radiotelegrafiche.

Negli ultimi anni ho potuto, insieme ai miei assistenti eseguire alcune interessanti esperienze con antenne orizzontali e con radiogoniometri allo scopo di determinare, anche sommariamente, la direzione da cui provengono e secondo cui si propagano le onde naturali. In Inghilterra, di notte, provengono principalmente da levante, cioè

dalla direzione del continente europeo e asiatico. In America uno studio più completo è stato fatto da uno dei miei assistenti, ing. Taylor. Alla stazione transatlantica di Belmar, presso New York, fu impiantata un'antenna a doppio triangolo, con radiogoniometro per investigare la direzione da cui provengono queste onde perturbatrici, ed osservazioni continue furono fatte dal settembre 1915 al febbraio 1916. A Belmar, gli «intrusi» sono generalmente intensi e quasi continui durante l'estate, e molto frequenti, per quanto più deboli, durante l'inverno. I risultati di queste osservazioni furono i seguenti:

Gli «intrusi» apparentemente provengono, in generale, da certe determinate direzioni: un massimo e un minimo ben marcati sono generalmente rivelati per mezzo della rotazione del radiogoniometro. Durante la stagione estiva gli intrusi provengono quasi sempre da due zone, con intensità diversa a secondo che provengono dall'una o dall'altra zona, o con pari intensità da entrambe. Gli intrusi provenienti da una di queste zone sono molto più frequenti di quelli che provengono dall'altra. Durante l'inverno le osservazioni hanno indicato una sola zona di origine ed è importante notare che questa coincide con la direzione di quella predominante nell'estate. La direzione di propagazione delle onde naturali della zona predominante è compresa fra zero gradi e 35 gradi rispetto al nord vero. La direzione di propagazione dei disturbi dalla zona di minore attività è compresa fra 330

gradi e 350 gradi rispetto al nord vero. È stato anche notato che la variazione nella direzione di propagazione è minore in estate che in inverno. Esiste però, anche, una variazione diurna di questa direzione. Osservazioni prese poco dopo la mezzanotte, indicano una variazione considerevole di direzione, e questa variazione diminuisce regolarmente fino a raggiungere un minimo verso le 11 pomeridiane. Questa variazione diurna è assai più marcata nei mesi estivi che in quelli invernali.

Si è osservato anche che la direzione di propagazione dei gruppi di intrusi predominanti segue la direzione generale della costa in vicinanza della stazione ricevente, e che la direzione di propagazione dei disturbi meno predominanti segue presso a poco una linea congiungente i grandi laghi dell'America del Nord con la stazione radiotelegrafica, linea che attraversa le Montagne Rocciose del Nord America. Dai risultati di tutte queste osservazioni, fatte tanto in Europa che in America, potrebbesi dedurre che questi disturbi provengono in massima dai continenti e dalle zone terrestri e non dalle zone oceaniche.

In conclusione sono del parere che la eliminazione dei disturbi prodotti da queste onde perturbatrici costituisce uno dei problemi scientifici e pratici più importanti della Radiotelegrafia a lunga distanza che rimane al giorno d'oggi ancora insoluto. Le altre difficoltà che riguardano la efficiente radiazione delle onde, la costruzione di apparecchi di trasmissione e di ricezione, la re-

golarità del loro funzionamento, la selettività delle comunicazioni e l'esclusione dei disturbi reciproci sono state sorpassate in modo da soddisfare quasi completamente le esigenze dei servizi pratici affidati alla Radiotelegrafia. Ma la completa selezione delle onde portanti segnali che si vorrebbero ricevere dalle onde naturali vaganti e parassitarie non è stata ancora ottenuta in modo sufficientemente completo. È vero che possiamo oggi radiotelegrafare a distanze grandissime senza soffrire grave disturbo per effetto dei cosidetti «intrusi», ma ciò è in gran parte dovuto alla potenza relativamente elevata degli apparecchi trasmettitori e in parte al perfezionamento dei metodi sintonici e di nuovi metodi di dirigibilità delle onde elettriche e ai dispositivi che riducono grandemente i disturbi causati dalla natura.

I maggiori progressi a tale riguardo si sono ottenuti con l'uso delle scintille cosidette musicali e con l'impiego delle onde poco smorzate o continue, in combinazione con ricevitori a interferenza. La difficoltà opposta alla completa eliminazione di questi effetti disturbatori risiede nella similarità degli effetti prodotti nei ricevitori dagli intrusi rispetto a quelli prodotti dalle onde che si desiderano ricevere. Ambedue sono disturbi elettromagnetici dell'etere e l'alto smorzamento e la moltiplicità della lunghezza d'onda degli intrusi, sono tali da indurre oscillazioni spesse volte potenti in sistemi ricevitori, qualunque sia il periodo al quale sono sintonizzati. Nella pratica attuale si è potuto ottenere solo di sopraffare

questi falsi segnali con una energia trasmettente abbondante e di utilizzare al ricevitore, per quanto è possibile, le proprietà selettive, sintoniche, elettriche, e fisiologiche, rendendo così regolare il funzionamento della radiotelegrafia attraverso molte migliaia di chilometri. Ma ho piena fiducia che nuovi sistemi, atti ad eliminare gli effetti disturbatori delle onde naturali, saranno rapidamente studiati e perfezionati, rendendo così l'applicazione di questo mezzo di comunicazione ancora più pratico ed assai più economico.

Altezza Reale, Signore e Signori.

Io mi permetto di esprimere il voto che i fenomeni e i problemi tanto interessanti ai quali ho, in modo generale, accennato, siano studiati dagli scienziati; col loro studio potranno essere assicurati nuovi e importanti perfezionamenti alla Radiotelegrafia, la quale molti servizi rende oggi al nostro Paese in guerra, e molti altri spero potrà rendergliene quando, per la vittoria delle nostre armi, sarà assicurata all'Italia la sua maggiore grandezza.

RISULTATI OTTENUTI SU LUNGHISSIME DISTANZE MEDIANTE LA RADIOTELEGRAFIA DIREZIONALE AD ONDE CORTE, PIÙ GENERICAMENTE NOTA COME IL «SISTEMA A FASCIO»[56]

Nei classici esperimenti di Hertz di oltre 30 anni or sono, vennero impiegate onde elettriche cortissime.

Ma tali esperimenti, fatti alla distanza di pochi metri, avevano lo scopo di confermare praticamente la teoria di Maxwell sulla natura elettromagnetica della luce e dimostrare come le onde elettriche obbediscono alle stesse leggi di riflessione, di rifrazione, di diffrazione, alle quali è soggetta la luce.

Successivamente il nostro grande fisico, il prof. Righi di Bologna, completò scientificamente tali esperienze collo scopo di ottenere nel suo laboratorio la pratica conferma dell'ottica delle onde elettriche.

[56] Conferenza tenuta a Roma nell'Aula Magna Capitolina il 10 luglio 1924.

Quando mi accinsi alla realizzazione della telegrafia a distanza, mediante l'impiego delle onde elettriche, nella mia villa a Bologna, nel 1895, ottenni la trasmissione e la ricezione di segnali telegrafici attraverso una distanza di circa 2 chilometri mediante un sistema di radiazione a fascio, con onde corte e riflettori, mentre, circostanza curiosa, per mezzo dell'antenna verticale, io potevo solo ottenere a quel tempo segnali non al di là di una distanza inferiore ad un solo chilometro.

Tali risultati io dimostrai praticamente 28 anni or sono quando andai per la prima volta in Inghilterra, a Sir William Preece, allora ingegnere capo dell'Amministrazione postale e telegrafica britannica.

Grazie alla cortesia del Governo inglese, mi venne recentemente favorita una copia della relazione ufficiale di quelle prime esperienze, la quale dal punto di vista tecnico e storico, ed anche alla luce di recenti risultati, costituisce un documento interessantissimo.

Il progresso ottenuto successivamente col sistema ad onde lunghe fu così rapido, così relativamente agevole e così impressionante, che deviò ogni ulteriore ricerca sulle onde corte; e ciò è da deplorarsi, perchè recentemente si è scoperto che queste onde, le uniche che possano in pratica venir proiettate in fasci in determinate direzioni, sono capaci di fornire risultati non conseguibili mediante l'impiego delle frequenze più basse usate sino ad oggi nelle radiocomunicazioni a grandi distanze.

Sir William Preece espose i miei primi risultati alla riunione della British Association for the Advancement of Science nel settembre 1896, ed anche in una sua conferenza dinanzi alla Royal Institution a Londra il 4 giugno 1897.

Il 3 marzo 1899 io trattai più diffusamente la questione in una mia Memoria, da me letta all'Istituto degli Ingegneri Elettricisti di Londra.

Su tale Memoria mi permetto di richiamare la vostra attenzione.

In quella conferenza io potei dimostrare la possibilità di proiettare un fascio di raggi elettrici in una sola direzione, anzichè irradiare tali raggi circolarmente, in modo da non influenzare alcun ricevitore situato fuori dell'angolo di propagazione del fascio.

Nel descrivere le esperienze eseguite alla presenza degli Ingegneri dell'Amministrazione postale britannica a Salisbury, dimostrai la possibilità di assicurare il modo alle navi circondate dalla nebbia di individuare i punti più pericolosi delle coste.

Io mostrai altresì che, mediante un fascio di onde riflesse e proiettate attraverso la sala ove tenevo la conferenza, un ricevitore telegrafico poteva venir azionato solamente quando l'apertura del riflettore trasmettente veniva diretta verso il ricevitore.

Fin da quelle prime esperienze di oltre venti anni or sono e per un lungo successivo periodo di anni, per quanto io abbia potuto indagare, nessuna pratica ricerca

fu effettuata, o almeno pubblicata, in merito all'applicazione di onde cortissime nelle radiocomunicazioni.

Le ricerche in questo campo non sembravano nè facili nè promettenti: l'impiego di riflettori di dimensioni ragionevoli presupponeva l'uso di onde della lunghezza di pochi metri, le quali con i mezzi allora a nostra disposizione erano di difficile produzione; fino ad un'epoca relativamente recente la potenza che poteva venir irradiata con tali onde era assai ridotta. Perciò, e per la supposta alta attenuazione di tali onde attraverso lo spazio, si ottennero risultati che sembravano piuttosto scoraggianti.

Pochi anni or sono, e precisamente durante la guerra, io non potei fare a meno di intuire che forse ci eravamo messi in un vicolo cieco limitando praticamente tutte le nostre ricerche e tutti i nostri sforzi, nell'impiego di onde lunghe. Tale mia persuasione era confortata dal ricordo che durante i miei primissimi esperimenti del 1895 e del 1896, io avevo ottenuto promettenti risultati su brevi distanze con onde di qualche centimetro.

Le ricerche in questo campo vennero da me riprese nuovamente in Italia, a Genova, nel 1916, con il proposito di utilizzare raggi di onde riflesse per taluni scopi di guerra. Io ero allora grandemente compenetrato dell'idea dei possibili vantaggi che un tale sistema avrebbe potuto assicurare rendendo minime le eventualità di intercettazione da parte del nemico e riducendo grandemente le interferenze reciproche fra le nostre stazioni.

Nelle prove successive io fui assistito dalla preziosa collaborazione del sig. C. S. Franklin.

La Regia Marina Italiana gentilmente mi fornì delle facilitazioni per la esecuzione di alcune mie prove a Livorno.

In una conferenza da me tenuta dinanzi alle Assemblee riunite, dell'American Institute of Electrical Engineers e dell'Institute of Radio Engineers a Nuova York il 20 giugno 1922, nella quale io esposi i risultati ottenuti fino a quel giorno da me e dai miei assistenti, io espressi l'opinione che era molto da rammaricarsi di aver tanto trascurato lo studio delle caratteristiche e delle proprietà delle onde corte e della loro adattabilità ai metodi direttivi, e misi in evidenza il fatto che moltissimi importanti problemi delle radiocomunicazioni potevano essere risolti solamente con l'impiego del sistema direttivo di onde corte.

I riflettori usati oggi per questo sistema non sono costituiti da lamiere metalliche, come quelle impiegate nei miei primi esperimenti del 1896 ma essi sono costituiti da un numero relativamente piccolo di fili paralleli all'antenna e disposti su di una curva parabolica sulla cui linea focale trovasi l'antenna trasmittente o ricevente.

Tale dispositivo si è dimostrato subito assai pratico ed ha assicurato risultati assai superiori a quelli conseguiti con riflettori a lamiere metalliche.

Dal 1916 in poi, vari brevetti sono stati presi da me e dal sig. C. S Franklin, e nel più recente di questi il sig.

Franklin descrive un dispositivo nel quale i fili dell'antenna e quelli del riflettore sono disposti in un piano verticale e paralleli fra loro: gli aerei o antenne vengono alimentati simultaneamente dal trasmettitore ad un certo numero di punti di collegamento attraverso un sistema speciale di alimentazione che assicura che la fase delle oscillazioni sia la stessa in tutti i fili.

È stato dimostrato dal calcolo e confermato dall'esperienza, che l'effetto direttivo di un tale dispositivo è funzione delle sue dimensioni in relazione alla lunghezza d'onda impiegata.

Durante i miei esperimenti del 1916, io usai un trasmettitore a scintilla a circuiti accoppiati ed un ricevitore a cristallo. I riflettori impiegati erano costituiti da un certo numero di fili sintonizzati alla lunghezza d'onda impiegata e situati lungo una superficie cilindrica parabolica, sulla cui linea focale era situato l'aereo.

Furono provati riflettori con aperture variabili fino a 3 e ½ di lunghezze d'onda e le curve polari misurate concordavano con quelle desunte dal calcolo.

Gli esperimenti eseguiti in Italia dimostrarono che si poteva sempre ottenere un buon effetto direttivo proporzionando adeguatamente i riflettori alla lunghezza d'onda impiegata; con gli apparecchi allora disponibili si ottenne una portata di circa 10 chilometri.

Gli esperimenti furono proseguiti a Carnarvon nel Galles durante il 1917 con l'introduzione di altri miglioramenti; e mediante l'impiego di un riflettore alla stazio-

ne trasmittente, si ottenne, con una lunghezza d'onda di 3 metri, una portata di oltre 32 chilometri.

Nel 1919 furono eseguiti nuovi esperimenti a Carnarvon ed in questi il sig. Franklin riuscì ad impiegare tubi elettronici o valvole termojoniche per la generazione di onde cortissime, il cui scopo era allora quello di creare un sistema radiotelefonico direttivo.

In successivi esperimenti, impiegando onde di 15 metri, la voce fu ricevuta con intensità e chiarezza nel Porto di Kingston a una distanza di circa 125 chilometri da Carnarvon.

Tali esperimenti furono ripetuti su di una distanza di circa 155 chilometri attraverso terra tra Hendon e Birmingham. L'energia fornita alle valvole era in quel caso di circa 700 watt, e la voce ricevuta era intensa e di buona qualità.

La grande efficienza dei riflettori fu dimostrata per mezzo di misure che provarono che il valore medio dell'energia ricevuta impiegando ambo i riflettori alla trasmissione ed alla ricezione, era 200 volte maggiore dell'energia ricevuta senza l'uso di riflettori.

Nell'aprile, maggio e giugno dell'anno scorso fu eseguita sotto la mia direzione una serie di sperimenti a grande distanza fra una piccola stazione sperimentale situata presso Poldhu nella Cornovaglia ed un ricevitore disposto a bordo del panfilo *Elettra*.

Gli scopi principali di tali esperimenti erano:

1° Accertare la regolarità della trasmissione dei segnali usando onde di circa 100 metri attraverso notevoli distanze, con o senza l'uso di un riflettore trasmittente.

2° Investigare le condizioni che influenzano la propagazione delle onde corte, ed accertare la massima portata conseguibile con sicurezza di giorno e di notte, in relazione alla potenza ed alla lunghezza d'onda impiegata alla stazione trasmittente.

3° Investigare e determinare l'angolo del settore di irradiazione del fascio, allorquando viene impiegato un riflettore trasmittente; e ciò specialmente in relazione alla possibilità di stabilire dei servizi radiotelegrafici direttivi a grandi distanze.

Durante gli esperimenti condotti sul panfilo *Elettra* non si potè impiegare alcun riflettore ricevente; perciò l'intensità dei segnali ricevuti, nonchè le portate ottenute, debbono essere state considerevolmente inferiori a quelle che si sarebbero potute conseguire se fosse stato possibile impiegare una stazione ricevente fissa munita di un adeguato riflettore.

Fino ad oggi l'opinione generale prevalente fra la maggioranza dei tecnici, nei riguardi del comportamento delle onde corte, era la seguente:

1° Che la loro portata durante il giorno fosse corta e variabile.

2° Che le portate notturne fossero notevolmente e capricciosamente variabili ed assolutamente troppo

poco sicure per poter permettere il regolare funzionamento di un servizio commerciale.

3° Che qualsiasi considerevole interposizione di terra riducesse considerevolmente la portata di trasmissione.

Le ricerche da me eseguite tra Poldhu e l'*Elettra* nell'Atlantico dimostrarono, con precisi risultati ottenuti, che le opinioni sopra menzionate debbono ritenersi errate, almeno nei riguardi di onde di circa 100 metri di lunghezza.

Infatti abbiamo constatato:

l° Che le portate conseguite di giorno non sono affatto trascurabili e per di più sono regolari.

2° Che le portate conseguite di notte sono assai maggiori di quelle da chiunque e da me stesso previste in passato, e senza dubbio notevolmente superiori alla massima distanza alla quale giunse la crociera dell'*Elettra*.

3° Che l'interposizione di ampie parti di continenti non crea alcun serio ostacolo alla propagazione di queste onde.

Nel corso di queste prove noi scoprimmo che non è affatto esatto di definire semplicemente come portata diurna le distanze coperte durante il giorno chiaro, poichè l'intensità dei segnali ricevuti durante le ore della luce diurna varia esattamente e regolarmente in conformità coll'altezza media del sole sulla regione interposta fra le due stazioni.

Questa scoperta fondata sui risultati ottenuti, giustifica la deduzione che le nostre ricerche furono condotte nel periodo più sfavorevole dell'anno per le trasmissioni diurne, poichè esse ebbero luogo nei mesi di maggio e giugno ed in parte fra i tropici e cioè quando il sole raggiunse le sue massime altezze nell'emisfero settentrionale, ed ebbero luogo in vicinanza dell'Africa Occidentale, che è una delle regioni più difficili a valicarsi.

Forse uno dei più notevoli risultati scientifici del lavoro sperimentale compiuto a bordo dell'*Elettra* fu quello di accertare con assoluta sicurezza che il coefficiente della ben nota formula di Austin per la propagazione delle onde è difettoso quando applicato ai fenomeni relativi alle onde corte.

Si rammenterà che il fattore di assorbimento è un esponenziale della forma e^{-x}, dove x, indice negativo, è dato da Austin come il prodotto di una costante moltiplicata per il rapporto fra la distanza tra le stazioni e la radice quadrata della lunghezza d'onda impiegata.

Nei recenti anni, vari scienziati hanno suggerito per tale costante dei valori leggermente modificati ed hanno anche proposto di assegnare ad essa valori diversi per le comunicazioni diurne e per quelle notturne basandosi sul così detto effetto notturno, che io scoprii sin dall'inizio del 1922.

Dalle nostre misure ed osservazioni risulta che, per onde corte dell'ordine di 100 metri, tale costante deve essere sostituita da una variabile, la quale è funzione li-

neare dell'altezza media del sole, calcolata sull'arco di circolo massimo che congiunge le due stazioni.

In altre parole, il coefficiente di assorbimento è una funzione del tempo, della stagione e della rispettiva posizione geografica delle stazioni corrispondenti: esso può oggi essere facilmente determinato per lunghezze d'onda dell'ordine di 100 metri.

Le nostre ricerche hanno provato che le onde corte si comportano nella loro propagazione in modo del tutto diverso dalle onde lunghe, e che il periodo di minore intensità al tramonto e all'alba seguìto da un periodo di maggiore intensità nei segnali, quale si osserva con le onde lunghe a grande distanza, non ha luogo invece nel caso delle onde corte.

È risultato anche evidente che, probabilmente, non vi è una netta demarcazione di comportamento tra le onde lunghe e quelle corte, e che, ad esempio, la variazione di comportamento tra le onde corte, di 100 metri, e tra quelle lunghe, di 10.000 metri, può avvenire attraverso ad un lento processo di trasformazione.

Per quanto si riferisce agli intrusi ed in generale ai disturbi atmosferici, questi abitualmente ci sembravano durante il giorno meno intensi di quelli riscontrati usando le onde più lunghe, finora impiegate nella radiotelegrafia.

Durante la notte, anche quando eravamo a S. Vincenzo, Isole del Capo Verde, situato a 4130 chilometri di distanza da Poldhu ed in vicinanza del centro dei tropici,

l'intensità dei segnali ricevuti era così forte, che assolutamente nessuno degli intrusi o degli atmosferici interferì in alcun modo colla ricezione precisa dei segnali e dei telegrammi trasmessi da Poldhu.

Durante le prove eseguite con l'*Elettra* con un'onda di 97 metri, il trasmettitore di Poldhu era costituito da 8 valvole termojoniche del mio tipo, alimentate da un'energia di 12 kilowatt. La potenza irradiata dall'aereo era di circa 9 kilowatt. Il riflettore parabolico concentrava la energia verso Capo Verde e produceva in quella direzione una intensità di campo che avrebbe richiesto, qualora l'aereo non fosse stato munito di riflettore, una potenza di circa 120 kilowatt.

Ai fini di queste ricerche fu installato a bordo dell'*Elettra* in aggiunta al complesso radiotelegrafico ordinario, un ricevitore speciale munito di aereo indipendente.

L'aereo ricevente consisteva in un filo verticale la cui estremità superiore si trovava ad un'altezza di 20 metri al disopra del livello del mare.

Il ricevitore consisteva in un circuito di aereo, un circuito intermedio chiuso con condensatore, un circuito atto a variare la frequenza, due stadi di amplificazione sintonizzati ad alta frequenza ed una valvola rivelatrice auto-eterodina alla quale potevano aggiungersi due stadi di amplificazione a bassa frequenza.

Dopo avere eseguito alcuni esperimenti preliminari nel Porto di Falmouth, il giorno 11 aprile l'*Elettra* salpava per Capo Finisterre (Spagna).

Una prima serie di esperimenti fu eseguita senza il riflettore di trasmissione.

Dopo aver sorpassato Capo Finisterre, si prevedeva che la terra interposta avrebbe arrestato i segnali trasmessi durante il giorno e li avrebbe altresì diminuiti notevolmente d'intensità durante la notte.

Queste previsioni non si verificarono.

I segnali durante il giorno si indebolirono proporzionalmente alla distanza ed all'altezza del sole, ma vennero ricevuti bene fino a Siviglia (1444 chilometri da Poldhu), quantunque praticamente l'intera Spagna, vale a dire oltre 600 chilometri di terreno alto e montagnoso, fosse interposta fra la stazione ricevente e quella trasmittente.

I segnali di notte erano sempre così forti da sembrare quasi altrettanto potenti quanto quelli ricevuti allorquando l'*Elettra* era ancorata nel Porto di Falmouth, cioè a soli 20 chilometri da Poldhu.

Si osservi che l'*Elettra* era ancorata nel fiume Guadalquivir, in una posizione particolarmente sfavorevole per la ricezione dei segnali, poichè le sponde circostanti del fiume erano assai alte e coperte da alberi e da fabbricati.

A Gibilterra (1518 chilometri da Poldhu) nonostante la maggiore distanza, si notò una migliore intensità dei segnali durante le ore del giorno, probabilmente a causa del fatto che l'*Elettra* era ancorata in uno spazio più aperto e perciò, in posizione più favorevole.

Risultati simili furono ottenuti anche a Tangeri (1555 chilometri da Poldhu) ed a Casablanca (1796 chilometri da Poldhu).

Trovo quasi superfluo riferirmi ai segnali notturni, poichè questi erano sempre ed in ogni luogo, durante l'intera crociera, straordinariamente forti e capaci di venir ricevuti in ogni tempo senza l'impiego dell'amplificatore o coll'aereo fuori di sintonia, o sconnesso, o senza eterodina.

Da Casablanca inviai istruzioni telegrafiche a Poldhu affinchè venissero innalzati gli aerei a riflettore.

L'*Elettra* quindi proseguì la sua rotta per Madeira, ma a Funghal fu obbligata ad ancorarsi in una posizione assai sfavorevole per la ricezione dei segnali radiotelegrafici dall'Inghilterra, e cioè, alla lontana estremità dell'Isola ed immediatamente sotto le montagne di Madeira, alcune delle quali si innalzano a circa 2000 metri.

Il 17 maggio furono ripresi gli esperimenti fra Poldhu e l'*Elettra*, ma, quantunque i segnali notturni fossero come sempre estremamente forti, io ritenni desiderabile eseguire esperimenti diurni in una posizione non così completamente schermata dalla immediata vicinanza delle montagne.

Così fu scoperto che si potevano ricevere di giorno da Poldhu i segnali fino a 2200 chilometri di distanza allorquando detta stazione usava 12 kW di energia.

Al 21 maggio salpammo per S. Vincenzo delle Isole del Capo Verde, e, quantunque anche a S. Vincenzo il

nostro ancoraggio fosse in posizione in parte schermata dalle montagne, la ricezione diurna era ancora possibile per alcune ore dopo l'alba e per qualche tempo prima del tramonto.

I segnali notturni continuarono ad arrivare sempre da Poldhu con intensità apparentemente non affievolita, nonostante che la nostra distanza fosse aumentata a circa il doppio di quella di Madeira, vale a dire a circa 4130 chilometri da Poldhu.

A S. Vincenzo come a Madeira, i segnali di Poldhu potevano venir ricevuti con l'aereo sconnesso, o con l'eterodina e con l'amplificatore a bassa frequenza inattivi.

Fu calcolato che l'intensità dei segnali notturni a S. Vincenzo fosse nell'aereo dai 400 ai 500 microvolt per metro: con tale intensità sulla lunghezza d'onda da noi impegnata, nessun disturbo fu mai riscontrato a causa di scariche elettriche od intrusi. Invero, per maggior convenienza, tutti i telegrammi da Poldhu furono ricevuti con l'aereo fuori di sintonia o staccato dal ricevitore.

A S. Vincenzo i segnali ricevuti dalla stazione di Leafield della Amministrazione postale britannica, *che impiega 200 kW*, erano deboli e spesso illeggibili; perciò io detti istruzioni affinchè tutti i radiotelegrammi a me diretti venissero trasmessi per mezzo della nostra piccola stazione sperimentale ad onde corte di Poldhu della potenza di soli 12 kW.

Non riscontrammo mai nessuna difficoltà nella ricezione accurata di questi telegrammi.

Poichè, a causa della necessità del mio ritorno in Inghilterra fu deciso di non continuare questi esperimenti a distanze ancora maggiori, detti istruzioni a Poldhu di ridurre gradualmente la potenza da 12 kW sino a 1 kW, ma, anche con questa piccola potenza, i segnali ricevuti da S. Vincenzo restavano ancora più intensi di quanto sarebbe stato necessario per lo svolgimento di un servizio commerciale a tale distanza. Il mio assistente sig. Mathieu ha calcolato che i segnali sarebbero stati ancora leggibili a S. Vincenzo, anche se la potenza di Poldhu fosse stata ridotta ad *un decimo di kW*.

Posso aggiungere che i segnali notturni ricevuti a S. Vincenzo, anche quando Poldhu impiegava un solo kW erano assai più forti di quelli ricevuti da Carnarvon (che impiega 250 kW) o di quelli che potevano essere ricevuti a S. Vincenzo sia a Madeira, da una qualsiasi delle altre stazioni ultrapotenti Europee ed Americane.

Non sembra che i segnali notturni o diurni fossero soggetti a lunghe variazioni di intensità nè tendenti a dare risultati capricciosi. I risultati ottenuti potevano sempre essere ripetuti sulle stesse distanze e sotto le medesime condizioni relativamente all'altezza del sole.

Furono costantemente osservate brevi variazioni periodiche di intensità, aventi meno di un minuto di durata, ma io credo che queste variazioni fossero originate principalmente da leggere alterazioni nella lunghezza d'onda, determinate da imperfezioni dei dispositivi im-

piegati a Poldhu ed anche dai movimenti e dal rullio della nave.

Quantunque l'alba a S. Vincenzo avesse luogo tre ore più tardi che a Poldhu, durante il periodo degli esperimenti nulla si osservò che tendesse ad indicare l'esistenza dei periodi di minima intensità, così notevoli in circostanze simili nella radio ricezione tra l'Europa ed il Nord America, con le stazioni attualmente in uso.

I risultati di questi esperimenti furono sufficienti a persuadermi che sarebbe possibile condurre servizi commerciali sicuri per una gran parte delle 24 ore su distanze di almeno 4200 chilometri, utilizzando soltanto un kW circa di potenza alla stazione trasmittente.

Tali risultati, veramente straordinari, furono così incoraggianti che io decisi di dedicare al nuovo sistema i miei più profondi studi.

La stazione di Poldhu fu alquanto perfezionata e la potenza impiegata venne accresciuta fino a circa 20 kW.

Dal febbraio di quest'anno un'ulteriore serie di ricerche ha avuto luogo su portate che comprendono le massime distanze separanti due qualsiasi località del globo.

Uno speciale ricevitore per onde corte fu installato a bordo del piroscafo *Cedric*, e vennero fatti esperimenti di ricezione da Poldhu dal mio assistente sig. Mathieu durante un viaggio fino a New York e durante il ritorno. Nessun riflettore fu impiegato in tali esperimenti.

Per gli esperimenti sul *Cedric* la lunghezza d'onda era di 92 metri: ed il trasmettitore comprendeva due speciali

valvole raffreddate ad olio e comandate da un circuito oscillante indipendente, per garantire la costanza assoluta della lunghezza d'onda. La potenza fornita alle valvole principali era di 21 kW, dando una potenza irradiata di circa 17 kW.

Questi esperimenti furono eseguiti allo scopo di completare le nostre osservazioni circa il comportamento generale delle onde corte attraverso grandi distanze.

I risultati mostrarono che a bordo del *Cedric* i segnali potevano essere ricevuti durante il giorno fino ad una distanza di 2500 chilometri e confermano che l'intensità dei segnali varia conformemente all'altezza media del sole in qualsiasi momento. Come conseguenza di ciò, i limiti di distanza dei segnali ottenuti di giorno sul *Cedric* erano più grandi di quelli osservati durante la crociera dell'*Elettra*, poichè l'altezza media del sole era assai minore in quel periodo dell'anno sulla particolare rotta del *Cedric*, che non fosse quella relativa alla rotta assai più meridionale seguìta dall'*Elettra* nei mesi di maggio e giugno.

Segnali di forte intensità furono sempre ricevuti a Long Island (Nuova York) durante le ore in cui l'oscurità si distendeva sull'intera distanza che separa New York da Poldhu e di minore intensità per un ulteriore periodo, allorquando il sole era sopra l'orizzonte ad una delle estremità. L'intensità dei segnali subiva variazioni regolari inversamente proporzionali all'altezza media del sole sull'orizzonte.

Secondo le misure eseguite dal sig. H. H. Beverage, Ingegnere Capo del Reparto Ricerche della Radio Corporation di America, l'intensità media dei segnali a New York era di 90 microvolt per metro d'aereo.

Alcuni giorni prima dell'inizio di queste prove fra Poldhu e il *Cedric* avevo richiesto telegraficamente agli Ingegneri Capi della Amalgamated Wireless (Australasia) Ltd. della Marconi's Wireless Telegraph, Company of Canada Ltd e della Radio Corporation of America, di tentare di ricevere nei loro rispettivi paesi le trasmissioni irradiate da Poldhu.

Debbo confessare la sorpresa che ebbi nel ricevere del sig. Ernest T. Fisk, l'Amministratore Delegato della Amalgamated Wireless (Australasia) Ltd., un rapporto telegrafico, nel quale mi informava che egli poteva ricevere le trasmissioni da Poldhu in casa sua, a Sydney, tutti i giorni perfettamente bene dalle 5 alle 9 pomeridiane, ora Greenwich, ed anche fra le 6,30 e le 8,30 antimeridiane. Egli mi informava altresì che, per la maggior parte del tempo, i segnali erano chiari, uniformi ed intensi e venivano rilevati da un ricevitore improvvisato formato da due stadi di alta frequenza a sintonia anodica e di griglia e un rettificatore. Egli aggiungeva di aver ricevuto ogni parola trasmessa e di aver constatato che i segnali erano migliori di quelli che aveva sino allora ottenuti dalla stazione ultrapotente di Carnarvon.

Questi esperimenti con l'Australia vennero proseguiti durante il mese di maggio di quest'anno e si ottennero

sempre risultati altrettanto buoni in due stazioni riceventi situate in prossimità di Sydney in Australia.

Sembra evidente, se consideriamo la posizione e l'altezza del sole che, durante il periodo mattutino, le onde viaggiano dall'Inghilterra all'Australia partendo in direzione occidentale, attraversando gli Oceani Atlantico e Pacifico, percorrendo la via più lunga che è di circa 22.630 chilometri, mentre, nel periodo serale, esse viaggiano in direzione orientale, attraverso l'Europa e l'Asia, per la via più corta, che è di circa 17.400 chilometri.

Nel Canadà, a Montreal, la ricezione fu trovata possibile durante 16 ore sulle 24.

Questi risultati furono così incoraggianti, che io volli tentare un esperimento di radiotelefonia fra l'Inghilterra e l'Australia.

Con dispositivi alquanto sperimentali installati a Poldhu, *la parola parlata, per la prima volta nella storia, venne intelligentemente trasmessa dall'Inghilterra a Sydney, nell'Australia, il venerdì 30 maggio di quest'anno.*

Nella prova telefonica con l'Australia si impiegarono valvole a raffreddamento ad olio, sia quali oscillatrici, sia quali modulatrici. La lunghezza d'onda fu di 92 metri e venne impiegato un circuito oscillante indipendente per il comando delle valvole principali.

La potenza totale fornita alle valvole era di circa 28 kW, divisi come segue: 18 alle valvole, principali, 8 alle

valvole modulatrici e 2 alle valvole dell'oscillatore indipendente. Non fu impiegato alcun riflettore.

Il trasmettitore ad onde corte è stato continuamente perfezionato a Poldhu: per utilizzare una notevole potenza si sono dovuti studiare e perfezionare circuiti atti a mettere efficientemente parecchie valvole in parallelo; inoltre, la sistemazione di valvole speciali intese a mantenere costante la lunghezza d'onda, ha richiesto anche l'applicazione ed il perfezionamento del circuito oscillatore indipendente. Questi problemi sono stati felicemente risolti, e la produzione di trasmettitori che utilizzano potenze dell'ordine di 50 kW oggi non presenta alcuna difficoltà.

La piena riuscita dell'esperimento sin dall'inizio produsse la più grande soddisfazione in me e nel sig. Franklin che eravamo alla stazione trasmittente di Poldhu, e nel sig. Fisk che era alla stazione ricevente di Sydney in Australia.

I risultati ottenuti fra l'Inghilterra e l'Australia costituiscono un massimo nei riguardi del rapporto fra la distanza e la lunghezza d'onda; poichè Sydney, per la via più corta, si trova ad una distanza di circa 189.000 lunghezze d'onda da Poldhu.

A mio parere sembra dimostrare esaurientemente che riflettori opportunamente calcolati, anche se di dimensioni relativamente modeste, aumenteranno enormemente l'intensità e l'efficienza dei segnali.

Ciò non può che aumentare la sicurezza delle comunicazioni, oltre che accrescere il numero di ore durante le quali sarà possibile far servizio con paesi molto distanti.

Inoltre l'uso di riflettori di ricezione assicurerà i maggiori vantaggi al pratico servizio; poichè essi, mentre moltiplicano l'intensità delle onde ricevute, riducono, in pari tempo, ogni interferenza causata, sia dalla elettricità atmosferica, sia dalle altre stazioni; a meno che, naturalmente, la direzione da cui l'interferenza proviene non coincida esattamente con quella della stazione corrispondente.

La moltiplicazione della potenza dovuta alla concentrazione dell'energia stessa per effetto direttivo è stata accuratamente calcolata dal sig. Franklin, e le prove fatte a Poldhu hanno pienamente confermato i suoi calcoli.

A Poldhu fu provato sperimentalmente un aereo munito di riflettore alto mezza lunghezza d'onda e largo tre lunghezze d'onda; l'aereo veniva alimentato in 4 punti diversi. Si trovò che il fattore di amplificazione polare orizzontale era di circa 30.

Il sig. Franklin ritiene che possono essere enunciate le seguenti leggi generali relative ai suddetti aerei:

1° Il rapporto fra la perdita per irradiazione e la perdita per resistenza ohmica, e pertanto il rendimento rimane costante per tutte le dimensioni dell'aereo alla stessa frequenza. Il rendimento è molto elevato e può facilmente essere dell'ordine dell'80%.

2° Il decremento naturale dell'aereo è molto alto e rimane costante qualunque sia la sua estensione, purchè il rapporto fra l'induttanza e la resistenza dell'aereo rimanga costante.

3° La massima magnificazione per una data superficie del sistema aereo si ottiene disponendo di uguali superfici di sistema aereo al trasmettitore ed al ricevitore. Così, un aereo della superficie di 20 lunghezze d'onda quadrate al trasmettitore o al ricevitore dà una magnificazione di 200; ma se la stessa superficie viene divisa in due aerei l'uno al trasmettitore e l'altro al ricevitore, e cioè se si impiega a entrambe le stazioni una superficie d'aereo di 10 lunghezze d'onda quadrate, si ottiene una magnificazione di 10.000.

4° Per una data superficie di aereo al trasmettitore ed al ricevitore, la magnificazione cresce in ragione della quarta potenza della frequenza impiegata. Così, supponendo di avere aerei larghi un chilometro ed alti cento metri al trasmettitore ed al ricevitore, ciascuno di essi avrebbe una superficie di dieci lunghezze d'onda quadrate per l'onda di 100 metri, ed essi produrrebbero una magnificazione complessiva di 10.000.

Per una lunghezza d'onda metà della precedente, cioè di 50 metri, ciascun aereo avrebbe una superficie di 40 lunghezze d'onda quadrate e si avrebbe una magnificazione complessiva dei segnali di 160.000.

Resta ancora da assodare sino a quali portate questa legge della quarta potenza possa riuscire a compensare la probabile maggiore attenuazione delle onde più corte.

L'energia che può essere utilizzata in questi aerei è enorme, e credo che non sarà mai necessario raggiungere i limiti massimi della loro capacità.

È pure possibile di sovrapporre varie lunghezze d'onda e, perciò, di disimpegnare molteplici servizi simultanei, sullo stesso aereo.

Non si deve perdere di vista che altissime velocità di trasmissione sono possibili soltanto con l'impiego di onde corte, mentre velocità dello stesso ordine sono assolutamente irraggiungibili, per ora, con le onde lunghe, oggi in uso generale per le radiocomunicazioni a grande distanza.

In altre parole, io potrei affermare che non esiste alcuna ragione teorica perchè, con una frequenza di 3.000.000 qual'è quella delle oscillazioni di un'onda di

100 metri, la velocità di trasmissione non possa essere cento volte maggiore di quella raggiungibile con una frequenza di un'onda dell'ordine di quelle impiegate in alcune delle grandi stazioni attualmente in esercizio.

Dal 12 al 14 giugno di quest'anno altri importanti esperimenti furono condotti tra Poldhu ed una piccola stazione ricevente a Buenos Aires nell'Argentina, la cui distanza è di 10.780 chilometri da Poldhu.

In questa prova radiotelegrafica la lunghezza d'onda era di m. 92 e la potenza fornita alle valvole principali di 21 kW. Ciò dava una irradiazione di 17 k. Fu impiegato il riflettore parabolico per concentrare l'energia verso il Sud America: e si ottenne una intensità del campo in quella direzione eguale a quella che avrebbe richiesto una irradiazione di circa 300 kW, dall'aereo, qualora non si fosse usato il riflettore.

Nonostante che molti dei dispositivi impiegati fossero ben lungi dalla perfezione, a Buenos Aires si ricevettero segnali fortissimi per oltre 10 ore ciascun giorno.

Furono inviati telegrammi dal Ministro Argentino dell'Agricoltura, dott. Le Breton, il quale si trovava a Londra, al Ministro della Guerra Generale Justo a Buenos Aires, ed ogni telegramma trasmesso fu ricevuto correttamente alla prima trasmissione.

Alla fine degli esperimenti ricevetti una comunicazione del Comitato argentino, che esercisce i servizi radiotelegrafici, per mezzo della propria stazione ultrapotente, con l'Europa e con gli Stati Uniti di America, con la

quale comunicazione fui informato che i segnali da Poldhu, trasmessi con questo nuovo sistema, venivano ricevuti a Buenos Aires, con tale regolarità e con tale straordinaria intensità da permettere il funzionamento di un servizio a qualsiasi velocità.

Il suddetto Comitato mi espresse la proposta di installare immediatamente nell'Argentina il nuovo sistema, il quale, a suo parere, potrà smaltire in sei ore un traffico più del doppio di quello che attualmente si può smaltire in 20 ore con l'attuale stazione ultrapotente.

Anche a Rio de Janeiro nel Brasile, furono ottenuti eccellenti risultati.

Tutti questi risultati sono stati da me pure esposti in una conferenza tenuta il 2 di questo mese alla Royal Society of Arts a Londra; e su quella mia conferenza mi permetto di richiamare l'attenzione degli studiosi.

Tutti questi risultati, molti dei quali hanno grandemente sorpassato le mie aspettative, mi persuadono che, per mezzo di questo sistema si potranno installare stazioni economiche ed efficaci di piccola potenza, capaci di mantenere servizi diretti ad alta velocità con le parti più distanti del globo, durante un notevole numero fisso di ore al giorno.

Oltre a ciò sono del parere che, per mezzo di queste stazioni relativamente piccole, si potrà trasmettere fra l'Italia e le sue più lontane Colonie un numero di parole assai maggiore nelle 24 ore, di quanto non sarebbe pos-

sibile raggiungere per mezzo delle stazioni poderose e dispendiose sinora in uso.

Occorre non trascurare un altro particolare vantaggio di questo sistema. Poichè stazioni lontane situate soltanto entro un certo angolo o settore del fascio di irradiazione sono capaci di ricevere i segnali trasmessi, questa condizione implica una relativa segretezza di comunicazione, non ottenibile con altro sistema di radiotelegrafia o radiotelefonia: ciò può risultare di grande importanza in tempo di guerra, e può permettere che un numero considerevolmente maggiore di stazioni possa funzionare simultaneamente, producendo la possibilità di mutua interferenza fra di loro.

La relativa economia nel costo di installazione di queste stazioni, la piccola quantità di energia elettrica che è necessario impiegare per il loro funzionamento, insieme alla possibilità di farle funzionare ad altissima velocità, dovrebbero poter assicurare una notevole riduzione delle tariffe telegrafiche.

L'importanza di ciò, per il diretto collegamento dell'Italia con i più lontani Paesi del Globo, è evidente.

RADIOCOMUNICAZIONI[57]

Il presidente invitando l'oratore a tenere la trentaduesima conferenza James Forrest, dice che non tenterà nemmeno di presentare una personalità così nota come il senatore Guglielmo Marconi, il cui intervento è ritenuto come un onore dai membri.

Ho molto apprezzato l'onore di essere stato chiamato a tenere la conferenza annuale James Forrest all'Istituto degli Ingegneri Civili.

Naturalmente, ho scelto come argomento della mia conferenza quello delle Radiocomunicazioni che son divenute una scienza ed un'industria importantissime, e il cui progresso e sviluppo futuro, pur essendo basati sulla ricerca e la speculazione scientifica, richiedono, per il buon funzionamento pratico, la profonda applicazione e conoscenza dei principî dell'alta ingegneria.

Nei primissimi giorni della «radio», quando le onde elettriche cominciavano ad esser usate per scopi pratici, parlavamo soltanto di «telegrafia senza fili», ma col

[57] Conferenza James Forrest. Dai «Rendiconti dell'Istituto degli Ingegneri civili», vol. 222°, 1926. Riunione straordinaria 26 ottobre 1926. Presidente: Sir William Henry Ellis G. B. E., D. Eng.

progresso della tecnica, le onde elettriche sono state sempre più largamente usate non soltanto per la radiotelegrafia ma anche per la radiotelefonia e la radiodiffusione, per la radiogoniometria sul mare e nell'aria, per il comando a distanza di meccanismi come bersagli, siluri, macchine volanti e altri dispositivi simili usati principalmente per scopi bellici e, più recentemente, per la trasmissione di immagini e facsimili e per la televisione.

Spero che non mi giudicherete un visionario se vi dirò che è possibile che un giorno le onde elettriche possano anche essere usate per la trasmissione di energia a distanze moderate, se riusciremo a perfezionare i dispositivi atti a proiettare le onde secondo fasci paralleli in modo da ridurre al minimo la dispersione e la diffusione dell'energia nello spazio.

I perfezionamenti e le possibilità delle radiotrasmissioni sono già divenuti così grandi, così complessi e di così vasta portata che comprenderete facilmente come io non possa, senza limitarmi ad una piccolissima parte dell'argomento, darvi, entro i limiti concessi alla presente comunicazione, delle notizie dettagliate sulle numerose difficoltà di natura tecnica che abbiamo incontrate e che ci siamo sforzati di risolvere. Mi propongo perciò di sfiorare il mio argomento accennando soltanto ad alcune delle difficoltà contro le quali abbiamo dovuto lottare ed al modo con cui abbiamo creduto, in certa misura, superarle.

Ritengo che siamo ben lontani dal poter asserire che la radiotelegrafia sia basata su fondamenti ben conosciuti, a meno che non si ritorni indietro ai primi dispositivi usati nel passato e che secondo me sono più o meno passati di moda. Non vi è dubbio che, in linea generale, gli ingegneri radiotecnici di quattro o cinque anni fa ritenessero di conoscere assai meglio l'argomento di quanto noi non pensiamo di conoscerlo oggi. Le leggi e le formule che stabilivano quali fossero le lunghezze d'onda più adatte alle varie distanze e che indicavano la potenza necessaria per comunicare a qualsiasi distanza, venivano enunciate ed accettate; ma, sfortunatamente, apparve ben presto che la logica applicazione di queste leggi e di queste formule doveva necessariamente portare, per le trasmissioni a grande distanza, all'impiego di sistemi di antenne così grandi e così costose e a così grandi potenze, da rendere il metodo estremamente dispendioso, sia come impiego di capitali, sia come esercizio, cosicchè ben poco margine di utile sarebbe rimasto a questo sistema rispetto ai moderni cavi e alle linee terrestri.

Tale costo elevato rendeva estremamente difficile, se non addirittura impossibile, apportare una riduzione effettiva alle tariffe telegrafiche contrariamente a ciò che era stato sempre uno dei miei principali scopi fin dal tempo in cui, per la prima volta, dimostrai la possibilità di stabilire un servizio radiotelegrafico fra l'Europa e l'America.

Io sono convinto, però, che tutta la teoria e la pratica delle radiocomunicazioni a grande distanza, sono attualmente sottoposte ad un radicale e benefico cambiamento o a ciò che meglio potrebbe chiamarsi una rivoluzione.

Il fallimento di tante teorie favorite ha avuto il risultato di accrescere l'efficienza e l'utilità della radiotelegrafia fino a un punto estremo insperato, mentre allo stesso tempo ha aperto campi d'investigazione certamente fertili e ha dischiuso al nostro sguardo un orizzonte completamente nuovo.

Mi scuserete forse se ricorderò che in un discorso tenuto oltre quattro anni fa all'American Institute of Electrical Engineers di New York, io asserii – riferendo su alcuni esperimenti con onde cortissime che avevo fatto alcuni anni prima – che ritenevo noi ci fossimo forse incamminati su una rotaia, limitando tutte le nostre ricerche ed esperienze alle onde lunghe, giacchè mi sembrava che lo studio delle onde corte, pur trascurato eccessivamente durante tutta la storia della radiotelegrafia, dovesse invece probabilmente svilupparsi in molte direzioni inaspettate ed aprire nuovi campi di proficue indagini.

Che le idee di alcuni radio-ingegneri si siano apparentemente incanalate su un'unica rotaia mi è sembrato evidente, quando, in mia presenza, un eminente esperto in materia asserì, nella primavera del 1924, in una circostanza importante, che, secondo la sua opinione, molto poco di fondamentalmente rivoluzionario poteva esservi

ormai nella radio e che egli apparteneva piuttosto alla scuola secondo la quale il punto di saturazione era stato raggiunto, per cui la radio, vecchia ormai di 25 anni, si andava avvicinando ad una condizione di stabilità.

La radiotelegrafia commerciale a grande distanza è stata sviluppata molto recentemente, esclusivamente con stazioni che impiegavano lunghezze d'onda comprese fra 8.000 e 30.000 metri e di parecchie centinaia di chilowatt di potenza. L'ultima più potente stazione di questo tipo in Inghilterra, è quella del Post Office a Rugby, la quale in condizioni normali ha una portata che si estende su tutto il globo durante le 24 ore. L'aereo di questa stazione è montato su otto torri di 820 piedi di altezza e la potenza complessiva usata per la trasmissione e per i servizi ausiliari ammonta a circa 1.400 kW, dei quali 500 sono convogliati all'aereo per scopi radiotelegrafici. La lunghezza d'onda usata per la trasmissione dei messaggi è di 18.700 metri.

La stazione di Carnarvon, appartenente alla compagnia Marconi e usata per comunicare con gli Stati Uniti, impiega una lunghezza d'onda di 14.080 metri. Il suo aereo è sostenuto da sedici torri o piloni alti 400 piedi e la potenza adoperata è di 305 kW.

La stazione di Buenos Aires, in Argentina, progettata per comunicare con l'Europa a una distanza di circa 6.000 miglia, usa 800 kW di energia elettrica e un aereo sostenuto da dieci torri di 680 piedi di altezza ciascuna.

Questa stazione lavorava normalmente su lunghezze d'onda di circa 12.000 e 16.000 metri.

Molte altre stazioni di dimensioni e di tipo paragonabili funzionano negli Stati Uniti, in Germania, in Francia, in Italia ed in alcune altre nazioni.

Il loro costo è dell'ordine di 500.000 lire sterline ognuna, ma, considerando che la loro velocità di trasmissione non è molto elevata, il loro costo e le spese di esercizio, che necessariamente includono l'interesse del capitale ammortizzato, il deprezzamento ed il consumo di energia, sono stati trovati troppo elevati.

Dieci anni fa, durante la guerra, cominciai a considerare l'alternativa possibile che poteva essere offerta, nelle comunicazioni fra due punti fissi, da quelle onde elettriche che finora non sono state mai usate per la radiotelegrafia pratica, cioè dalle onde di soli pochi metri di lunghezza; e fui particolarmente attratto verso questa via di ricerche perchè ben consapevole che con queste onde, e solo con esse, era possibile proiettare la maggior parte della radiazione entro uno stretto fascio verso una direzione determinata invece di farla disperdere in tutte le direzioni.

Fui enormemente impressionato dal vantaggio che avrebbe posseduto un sistema siffatto, se esso fosse stato utilizzabile, sia per il risparmio di energia che ne sarebbe risultato, sia per la possibilità di ridurre i rumori o l'interferenza e l'interferenza mutua fra le stazioni anche se funzionanti su onde di lunghezze poco diverse.

Durante alcune mie esperienze preliminari in questo senso, fatte in Italia, e durante le prove successive, fui molto validamente assistito dall'ing. C. S. Franklin della Compagnia Marconi.

Queste ricerche furono proseguite dall'ing. Franklin, dietro mio consiglio a Carnarvon, e, nel 1917, con una lunghezza d'onda di 3 metri fu raggiunta subito una portata superiore alle 20 miglia mediante l'uso di un riflettore alla sola estremità trasmittente. Il Franklin da allora, ha proseguito a fondo questo studio e in successive prove radiotelefoniche fatte nel giugno 1920 otteneva la ricezione della parola forte e chiara al porto di Kingston, a una distanza di 74 miglia dalla stazione emittente. In agosto 1921 egli ripeteva queste prove con una portata di 97 miglia, su terra, fra Hendon e Birmingham[58].

Faccio notare che niente ci indicava che tali distanze costituissero il limite di portata delle onde usate. Ciò poteva essere provato e accertato soltanto per mezzo di una stazione mobile e a questo scopo io e l'ing. Franklin iniziammo delle esperienze nella primavera del 1923 con una speciale stazione ricevente installata sul panfilo *Elettra*.

Negli esperimenti fra Hendon e Birmingham l'aumento di efficienza introdotto dall'uso di riflettori fu confermato e chiaramente dimostrato dalla media di misure che indicavano come l'intensità dell'energia ricevuta,

[58] C. S. Franklin, *Short-Ware Directional Wireless Telegraphy*, «Journal Ist. Elec. E.», vol. 60 (1922), pag. 930.

quando s'impiegavano dei riflettori nella stazione trasmittente e nella stazione ricevente, fosse 200 volte maggiore di quella che poteva esser ricevuta senza riflettori.

Durante i mesi di aprile, maggio e giugno 1923, una serie sistematica di prove a grande distanza fu effettuata su distanze variabili fra una piccola stazione trasmittente sperimentale a fascio a Poldhu in Cornovaglia e una stazione ricevente montata sull'*Elettra*.

Fu usata una lunghezza d'onda di circa 92 metri e si potè subito provare che i segnali di Poldhu erano ricevuti con chiarezza e con sicurezza durante il giorno, fino a distanza di 1.250 miglia marine.

La stazione trasmittente di Poldhu a quell'epoca usava circa 12 kW nell'aereo. I segnali notturni arrivavano sempre con grande intensità e regolarità fino alla distanza massima alla quale il panfilo si poteva portare in quell'occasione e cioè fino alle isole del Capo Verde, poste a 2.320 miglia marine da Poldhu; l'intensità dei segnali ricevuti non mi lasciò alcun dubbio sul fatto che la portata pratica dei segnali dovesse essere assai più grande di tale distanza.

Penso di esser nel vero dicendo che a quell'epoca l'idea prevalente fra la maggior parte degli esperti tecnici circa il comportamento delle onde corte era:

1° La loro portata durante il giorno è molto piccola.

2° Le portate notturne, benchè occasionalmente notevoli sarebbero molto variabili e capricciose, e quindi

tali onde non darebbero alcun affidamento per un servizio commerciale a grande distanza.

3° Ogni tratto considerevole di terra interposta, specialmente se montuosa, ridurrebbe sensibilmente la distanza alla quale è possibile comunicare.

Le prove del 1923, effettuate fra Poldhu e l'*Elettra* ebbero dunque come risultato di convincere completamente me e i miei assistenti che le precedenti impressioni o conclusioni fossero del tutto errate, almeno per quanto riguarda le onde di circa 100 metri o di poco inferiori. Noi osservavamo infatti:

1° Le portate diurne si erano dimostrate assai maggiori di quelle previste.

2° Le portate notturne erano sicure e non variabili e capricciose, e inoltre indicavano chiaramente che le distanze che si sarebbero potute coprire dovevano essere molto maggiori di quelle che alcuno, me compreso, avesse potuto aspettarsi.

3° La terra interposta e le porzioni di continente non costituivano un ostacolo alla propagazione di queste onde.

Fu osservato inoltre un fatto che era più o meno prevedibile, e cioè che anche ai tropici i disturbi elettrici atmosferici, gli «X», erano sempre molto meno intensi quando si riceveva con onde corte che non quando si usavano le onde molto più lunghe, a quel tempo quasi esclusivamente utilizzate per la radiotelegrafia commerciale a grande distanza.

Le variazioni d'intensità e ciò che ora noi chiamiamo «evanescenza» si dimostrarono assai meno gravi di quanto io non avessi previsto, e i risultati ottenuti anche alle massime distanze poterono esser sempre riprodotti durante le parecchie settimane in cui durarono queste prove.

I risultati delle esperienze dell'*Elettra* furono esposti in un rapporto tecnico redatto in quell'epoca e descritti anche in dettaglio in una Memoria che lessi alla Royal Society of Arts il 2 luglio 1924.

In questa Memoria io m'avventurai a profetizzare che per mezzo di queste stazioni di relativamente piccola potenza, si poteva trasmettere e ricevere fra l'Inghilterra e i suoi lontani Dominî un numero di parole ogni 24 ore assai maggiore di quanto non sarebbe stato possibile con le stazioni ad onde lunghe allora esistenti o con altre progettate di maggiore potenza e più dispendiose.

Questa potè sembrare forse un'asserzione ardita, ma io ero sicuro che sarei stato giustificato dai risultati.

Tali prove continuarono in febbraio e marzo 1924 allo scopo di determinare la portata pratica massima di queste onde, indipendentemente da qualsiasi vantaggio ottenibile dall'uso dei riflettori o di metodi direzionali, e trovammo che, mentre la portata diurna di una onda di 92 metri era in quel periodo di circa 1.400 miglia marine nell'Atlantico Nord, una buona comunicazione poteva esser stabilita durante le ore di oscurità o di semio-

scurità con gli Stati Uniti, l'Argentina e l'Australia, cioè alle massime distanze terrestri.

Durante queste prove un'esperienza di radiotelefonia fu anche effettuata con Sydney e, per la prima volta, una conversazione intelligibile proveniente dall'Inghilterra fu ricevuta e compresa in Australia.

In agosto e in settembre 1924, altre prove furono eseguite fra Poldhu e l'*Elettra*, allo scopo di cercare, se possibile, di utilizzare onde ancora più corte per vincere la limitazione alle ore di lavoro imposta dagli effetti della luce solare; noi comprendevamo infatti che questa limitazione pratica del periodo di lavoro alle sole ore di oscurità costituiva un serio ostacolo sulla via dell'adozione generale del nuovo sistema.

Furono perciò effettuate delle prove a distanze variabili con quattro lunghezze d'onda di 92, 60, 47, e 32 metri rispettivamente. Queste prove mi permisero di scoprire il fatto importante che, a grandi distanze, la portata diurna di una comunicazione praticamente soddisfacente cresceva regolarmente quando la lunghezza d'onda veniva ridotta al disotto di 92 metri, e l'onda di 32 metri era ricevuta tutto il giorno a Beirut in Siria, a una distanza di 2.100 miglia; mentre l'onda di 92 metri, su questo percorso, per la maggior parte su terra, cominciava ad affievolirsi ad una distanza non molto superiore alle 1.000 miglia.

Nello stesso tempo, l'onda di 60 metri appariva un po' migliore di quella di 92 metri durante il giorno, quella di

47 metri ancora migliore e quella di 32 metri molto migliore. Noi pensammo naturalmente, e l'esperienza successiva confermò le nostre previsioni, che le onde ancora più corte sarebbero state influenzate dalla luce solare in misura ancora minore. Fu dunque provato, per nostra soddisfazione almeno, che l'assorbimento della luce solare decresceva molto rapidamente col diminuire della lunghezza d'onda al disotto di 92 metri. Questa scoperta, anche a prescindere dalla sua importanza pratica, solleva questioni scientifiche del più alto interesse circa una spiegazione teorica accettabile del modo con cui queste onde viaggiano attorno alla terra. È chiaro che i risultati non possono essere spiegati dalla sola rifrazione, giacchè i segnali ricevuti alle massime distanze sono varie migliaia di volte più intensi di quanto non potrebbero essere se vi fosse una rifrazione pura e semplice.

Nei limiti di tempo impostimi da questa conferenza, non intendo addentrarmi in un'ipotesi teorica e preferisco piuttosto limitarmi a descrivere fatti e risultati con le conclusioni più o meno corrette che possono essere dedotte da essi; tuttavia mi sarà permesso ricordare che la spiegazione, generalmente accettata, è che questo fenomeno sia dovuto in qualche maniera alla ionizzazione degli alti strati dell'atmosfera, dove si suppone si trovi uno strato conduttore di gas rarefatti e ionizzati che costituiscono un involucro concentrico alla superficie terrestre, capace di riflettere o deviare queste onde. Un tale

strato conduttore viene spesso chiamato «strato di Heaviside».

Nell'ottobre 1924, prove di trasmissione furono effettuate con un'onda di 32 metri con ricevitori impiantati a questo scopo, a Montreal, New York, Buenos Aires e Sydney (Australia); si trovò che utilizzando soltanto 12 kW o meno al trasmettitore, era possibile trasmettere messaggi a New York, a Rio e a Buenos Aires anche quando tutto l'arco di cerchio massimo che separava Poldhu da queste località era completamente esposto alla luce.

Con l'Australia invece è solo possibile avere un percorso completo esposto tutto alla luce solare soltanto per 2 o 3 ore e inoltre, l'aspetto scientifico dell'esperienza è complicato dal fatto che le onde con una certa facilità possono, se vi arrivano, seguire differenti percorsi, dato che una buona parte dell'Australia non è molto lontana dagli antipodi dell'Inghilterra. Le prove australiane mostrarono tuttavia che era possibile superare la distanza per circa 23 ore e ¼ su 24.

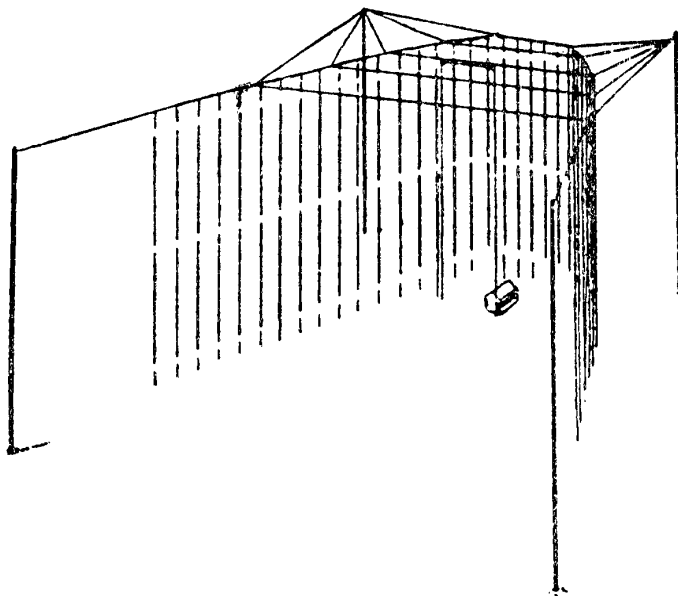



Fig. 1.

Vorrei far notare che la maggior parte di queste prove a grande distanza furono eseguite senza l'uso dei riflettori a ogni estremità, ed esclusivamente allo scopo di accertare la portata e le possibilità generali di queste onde.

In questi primi esperimenti con onde a fascio eseguiti in Italia ed in Inghilterra, i riflettori erano costituiti da un certo numero di fili verticali paralleli all'antenna e disposti attorno ad essa secondo una curva parabolica di cui l'antenna, ricevente o trasmittente, costituiva la linea focale (fig. 1), ma nelle stazioni più moderne è stato utilizzata più vantaggiosamente una disposizione ideata

dall'ing. Franklin. Secondo tale disposizione le antenne e i fili del riflettore sono disposti in modo da costituire delle griglie parallele; gli aerei o antenne vengono simultaneamente alimentati dal trasmettitore in un certo numero di punti mediante uno speciale sistema di alimentazione, che assicura che le oscillazioni in tutti i fili abbiano la stessa fase (fig. 2). Si è dimostrato col calcolo e confermato con l'esperienza, che l'effetto direzionale di tale dispositivo è una funzione del rapporto fra le sue dimensioni e la lunghezza d'onda usata.

Un sistema simile di aereo e di fili riflettenti è usato nella stazione ricevente.

Per un resoconto più completo delle ricerche che feci nel 1924 e una descrizione più dettagliata dei principî generali su cui si basa la radiotrasmissione direzionale con onde corte, e anche per quanto riguarda gli apparecchi usati, rimando alle mie due comunicazioni lette alla Royal Society of Arts il 2 luglio 1924 e l'11 dicembre dello stesso anno[59] e anche all'articolo di Franklin già citato.

[59] *Risultati ottenuti su lunghe distanze con la radiotelegrafia direzionale a onde corte*, «Journal Roy. Soc. Arts», vol. 72 (1924), pag. 607 e *Radiocomunicazioni*, ibid., vol. 73, pag. 121.

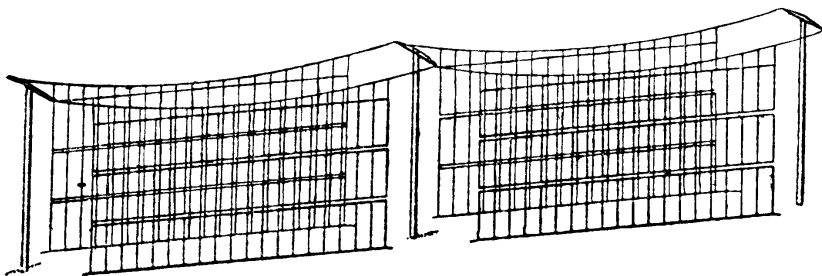



Fig. 2.

Come ho detto prima, fin da molto tempo è stato dimostrato col calcolo e poi confermato dall'esperienza, che l'effetto direzionale di un radioriflettore è funzione del rapporto fra le sue dimensioni e la lunghezza d'onda usata. Segue di qui che le dimensioni dell'aereo e dei riflettori possono esser ridotte proporzionalmente alla lunghezza d'onda e, quindi, il costo viene ad esser molto minore e lo spazio occupato molto più ristretto, ad esempio, su onde di 20 metri che non per onde di 90 metri.

Nella primavera del 1924 fu costituito un sottocomitato del Gabinetto allo scopo di esaminare le proposte fatte dalla Compagnia Marconi circa l'uso dei sistemi a fascio ad onde corte per le comunicazioni imperiali e il 2 luglio del medesimo anno veniva concluso un contratto fra il Post Office e la Compagnia per la costruzione di stazioni radiotelegrafiche fatte con questo sistema e capaci di comunicare in duplex col Canadà, il Sud Africa, l'India e l'Australia.

Questo contratto stabiliva che le stazioni trasmittenti dovevano disporre di una potenza di 20 kW agli anodi delle valvole oscillatrici, che il sistema di aereo doveva esser tale da concentrare le onde emesse in un angolo di 15 gradi intorno all'asse di trasmissione; che l'energia irradiata al di fuori di quest'angolo non doveva superare il 5% di quella irradiata lungo l'asse; la stazione ricevente doveva avere un sistema di aereo simile che presentasse la massima potenza di ricezione in direzione della stazione corrispondente. La stazione corrispondente col Canadà doveva poter trasmettere e ricevere nello stesso tempo colla stazione canadese un centinaio di parole, di cinque caratteri ognuna al minuto (escludendo le ripetizioni necessarie per assicurare la precisione della trasmissione), durante una media giornaliera di 18 ore, e la Compagnia era chiamata a dimostrare al Post Office, con un funzionamento effettivo durante 7 giorni consecutivi, che queste condizioni severe potevano esser soddisfatte. Queste stazioni dovevano funzionare con ciò che si chiama «comando a distanza» attraverso linee terrestri, dall'Ufficio Telegrafico Centrale di Londra, e i segnali ricevuti dovevano poter azionare uno strumento registratore ad alta velocità posto anche nel medesimo ufficio di Londra.

Se l'Ingegnere Capo del Post Office fosse stato soddisfatto dei risultati di funzionamento dei 7 giorni stabiliti ai termini del contratto, le stazioni sarebbero state rilevate dal Post Office e una metà del prezzo di costo sa-

rebbe stata pagata alla Compagnia, mentre l'altra metà sarebbe stata pagata nel corso dell'anno successivo, se il sistema avesse continuato a soddisfare alle condizioni del contratto.

Il certificato preliminare attestante che le stazioni hanno soddisfatto alle condizioni imposte durante i 7 giorni di prove ufficiali, è pervenuto dall'Ingegnere Capo del Post Office, lunedì 18 corrente.

Le stazioni trasmittenti a fascio, inglesi, per le comunicazioni imperiali, completate o in via di costruzione, sono (fig. 3) a Bodmin per il traffico col Canadà ed il Sud Africa e a Grimsby per il traffico coll'Australia, e l'India, mentre le corrispondenti stazioni riceventi sono a Bridgewater e a Skegness. Inoltre, un'altra stazione a fascio è in corso di erezione a Dorchester, per il traffico con gli Stati Uniti ed il Sud America. Disposizioni e convenzioni vennero anche aggiunte per la costruzione di stazioni corrispondenti simili nel Canadà, nel Sud Africa, in Australia e in India.

La stazione di Bodmin è posta su una striscia di terra che costeggia la strada principale Bodmin-Truro, a 4 miglia e mezza a sud-ovest del capoluogo della Cornovaglia da cui la stazione prende il nome.

Ognuno dei sistemi di aereo e di riflettore, cioè quello pel Canadà e quello pel Sud Africa, è sostenuto da una fila di cinque torri a traliccio, di acciaio con stralli, disposte in modo che l'arco di cerchio massimo che passa per la stazione lontana colla quale questa particolare sta-

zione deve lavorare, si trovi ad angolo retto con la fila di torri.

CARTA DEL MONDO
NELLA PROIEZIONE
DI MERCATORE
CIRCOLI MASSIMI DI PERCORSO
DELLE ONDE CORTE
Equatore
POLDHU
MONTREAL
NEW YORK
2670 N.M.
2842 N.M.
12219 N.M.
Sydney
5820 N.M.
BUENOS AIRES
4810 N.M.
RIO DE JANEIRO
5181 N M
CITTA DEL CAPO
BOMBAY
KARACHI
4083 N.M.
3603 N.M.
9381 N.M
SYDNEY

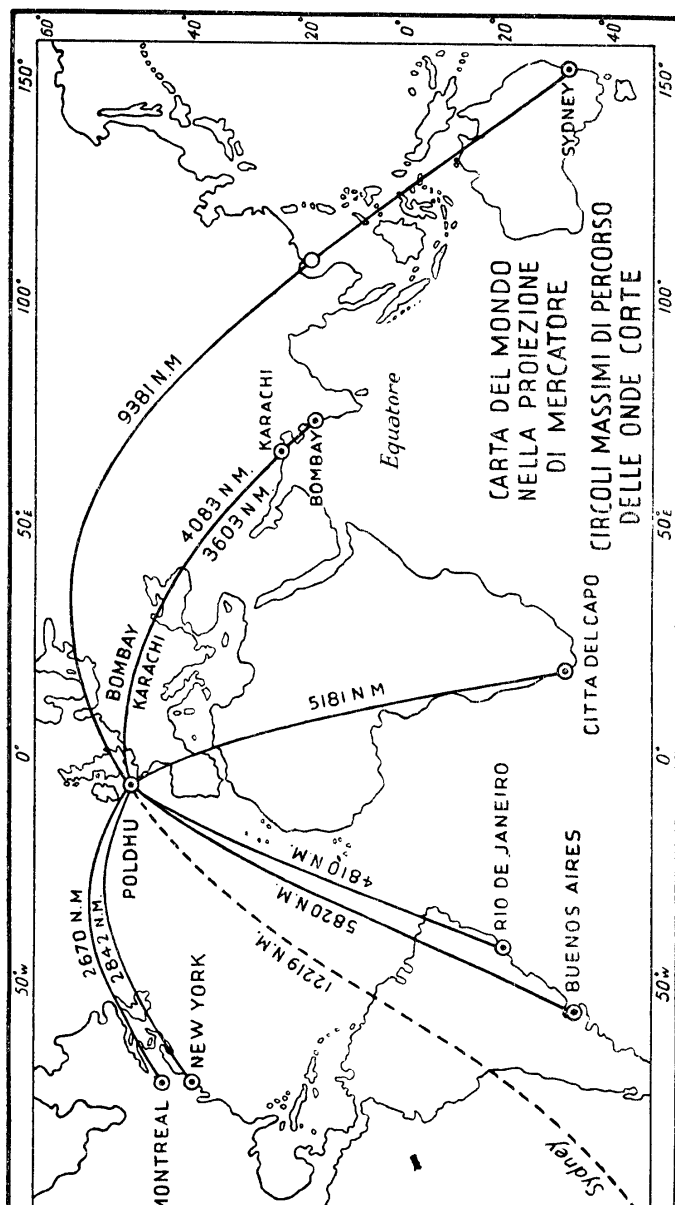



Fig. 3.

Il progetto del sistema di aerei e di riflettori è identico in entrambe le stazioni trasmittente e ricevente. Le torri hanno dappertutto l'altezza di 287 piedi misurati a partire dalla sommità dei bracci a croce e sono distanziati di 650 piedi, l'una dall'altra.

La corrente d'alta frequenza vien convogliata a degli aerei mediante ciò che si chiama un sistema di alimentatori consistente in tubi concentrici di rame isolati in aria l'uno dall'altro, per evitare perdite. Il tubo esterno è messo a terra e sostenuto da picchetti di ferro affondati nel suolo. Il tubo interno, che costituisce il conduttore, è centrato ed isolato dal tubo esterno mediante isolatori di porcellana, distanziati fra loro. La lunghezza del tubo alimentatore fra il trasmettitore e ogni singolo filo d'aereo è calcolata in modo da esser esattamente la stessa. Valvole termoioniche sono usate per generare le oscillazioni di altissima frequenza, e nei circuiti principali vengono usate preferibilmente valvole con raffreddamento in olio piuttosto che con raffreddamento in acqua, dato che con le onde corte l'olio è più facile a maneggiarsi essendo esso stesso un isolante. La lunghezza d'onda attualmente usata pel servizio canadese è di 26,09 metri ovvero 11.500 chilocicli al trasmettitore di Bodmin e di 26,27 metri ovvero 11.420 chilocicli al trasmettitore canadese.

Evidentemente non ho neppure tentato qui di dare un'esatta descrizione tecnica di queste stazioni nè ho parlato dei fabbricati degli impianti di energia, dei qua-

dri di commutazione, dei rettificatori, degli interruttori, dei comandi ecc. Per descrivere queste importanti caratteristiche e la stazione ricevente, dando anche solo qualche breve notizia sulle difficoltà tecniche che si sono incontrate e superate, occorrerebbe assai più di una lunga conferenza.

Spero che l'ing. Franklin, a cui si deve il progetto della maggior parte dei dispositivi usati, specialmente per il lato tecnico e scientifico, e l'ing. R. N. Vyvyan per il lato costruttivo, potranno presto trovare il tempo di preparare e pubblicare una descrizione più completa di queste stazioni.

Numerose prove sono state effettuate ad intervalli, a partire dal luglio scorso e la prova ufficiale di 7 giorni per il Post Office ha avuto luogo fra il 7 e il 14 di tale mese. Le condizioni imposte, che erano molto rigorose e alle quali la radiotelegrafia a piccole e a grandi distanze, non era mai stata prima d'ora assoggettata, sono state soddisfatte con pieno successo.

Durante queste prove e le prove preliminari, si trasmetteva senza errori per delle ore, con velocità di 1.250 caratteri al minuto in ciascuna direzione e cioè con velocità di 2.500 caratteri al minuto sull'intero circuito.

Contando ogni ora dei sette giorni di prova, la velocità media di segnalazione è stata di circa 650 caratteri al minuto in ciascuna direzione e cioè 1.300 caratteri al minuto sull'intiero circuito.

Le stazioni di Bodmin e di Bridgewater sono state ora rilevate dal Post Office, e il nuovo servizio è stato aperto al pubblico alla mezzanotte di domenica scorsa, 24 ottobre.

Questi risultati sono stati della più grande soddisfazione per me e per i miei collaboratori, perchè essi provano che la nostra fede nel nuovo sistema, che noi abbiamo per anni sostenuto, a dispetto di molto scetticismo e di molte critiche, non era del tutto mal collocata.

Il funzionamento di queste stazioni a fascio ha già mostrato alcuni altri interessantissimi risultati, parte dei quali sono, forse, nuovi nella storia della radiotelegrafia a grande distanza. Uno di questi concerne i disturbi atmosferici o «X». Credo che tutti sappiano come gli «atmosferici» siano stati fin qui lo spauracchio della radiotelegrafia; ora noi abbiamo notato che con questo tipo di stazioni essi sono divenuti molto meno importanti che in tutti gli altri ricevitori a grande distanza, coi quali abbiamo sperimentato. Tempeste in prossimità della stazione ricevente non dànno molte interferenze, a meno che esse non si trovino (e questo sembra capitare di rado) nell'angolo di ricettività del riflettore ricevente o non troppo fuori di esso.

Ritengo che i disturbi, generalmente noti col nome di «atmosferici», ad eccezione dell'evanescenza, non rappresentino più un serio impedimento al traffico radio ad alta velocità fra l'Inghilterra e il Canadà. Comprendo

perfettamente che questa è un'asserzione ardita, ma ho fiducia di essere nel giusto, asserendo ciò.

Le variazioni, o meglio, l'«attenuazione» dell'intensità di segnale detta ora «evanescenza» è stata una caratteristica speciale delle radiotrasmissioni a grande distanza, specialmente quando vengono usate onde corte; e benchè, secondo la mia esperienza, l'«evanescenza» sia peggiore con le onde comprese fra 200 e 1.000 metri, essa si è manifestata talvolta con l'onda di 26 metri utilizzata nelle stazioni a fascio che lavorano fra l'Inghilterra e il Canadà.

Secondo la mia esperienza e quella dei miei collaboratori, l'uso di riflettori ha il vantaggio, forse comune a tutti i sistemi strettamente direzionali, di diminuire l'«evanescenza». Ciò è dovuto in parte, senza dubbio, al grande aumento d'intensità del segnale ricevuto, conseguito mediante l'uso di questo sistema direzionale, e per cui si aumenta di conseguenza il margine di leggibilità dei segnali ricevuti.

È però un fatto che l'«evanescenza» ha ancora una certa importanza sul circuito Bodmin-Canadà, tanto che in certe circostanze essa ha anche interrotto la comunicazione fra le due stazioni. Due periodi cattivi di «evanescenza» sono stati il 20 settembre e il 14 ottobre. Entrambi questi periodi cattivi coincidevano con l'apparizione di grandi macchie solari e con un'intensa aurora boreale; nello stesso tempo le linee telegrafiche, specialmente in Canadà, e i cavi erano messi fuori servizio, ov-

vero il loro funzionamento era notevolmente peggiorato. Ho notato inoltre che, durante questi periodi cattivi, i segnali potevano esser ricevuti attraverso l'Atlantico, usando onde ancora più corte, dell'ordine di 15 metri di lunghezza, e anche che il funzionamento delle normali stazioni a onde lunghe non era disturbato. Ho già fatto notare che onde di 15 metri o meno possono esser ricevute a grandi distanze meglio durante il giorno che durante la notte, e sappiamo anche che le onde molto lunghe non sono influenzate dalla luce diurna sul percorso dell'Atlantico Nord. La conclusione che io traggo da queste osservazioni è che durante il giorno, quando le macchie solari e l'aurora boreale venivano osservate, dovevano prevalere quelle condizioni di ionizzazione dell'atmosfera ad una certa altezza, per cui risultava un abbassamento dello strato ionizzato, equivalente a ciò che io potrei chiamare «luce diurna intensificata».

Un altro periodo di «evanescenza» durato poche ore e che un giornale ha erroneamente attribuito agli «atmosferici» ha avuto luogo durante la grande tempesta di ieri. Non abbiamo potuto ancora capire a quali cause esso debba attribuirsi. Può darsi che esso sia dovuto a qualche difetto di isolamento. Tuttavia, è evidente che non ci si possa aspettare da un sistema completamente nuovo che esso sia perfetto fin dall'inizio.

Il prof. Elihu Thomson, nel leggere la sua conferenza James Forrest del 1924 innanzi a questa Istituzione, esprimeva una sua opinione, secondo la quale la presen-

za di un'estesa aurora boreale dovesse coincidere con l'esistenza di eccezionali aree di disturbo sul sole e anche accennava alla probabilità che in tali circostanze dovesse esservi un deciso aumento di carica o di potenziale dello strato esterno parzialmente conduttore, a 50 o 60 miglia della superficie terrestre.

Si è provveduto peraltro alla possibilità di usare, nelle stazioni a fascio, due onde di differente lunghezza. L'onda più corta sarà provata e usata durante ogni condizione eccezionale della natura del tipo di quelle che ho citato, sempre che questa sembri interferire con la trasmissione fatta sull'onda di 26 metri.

Prima di terminare la mia conferenza, vorrei esporvi alcune considerazioni su quello che io ritengo sia il valore relativo delle onde corte rispetto alle onde lunghe nei riguardi delle radiocomunicazioni a grande distanza.

Tutti sappiamo che l'etere sta per divenire estremamente congestionato per una banda considerevole di lunghezze d'onda e si può approssimativamente immaginare quale potrà essere il massimo numero di lunghezze d'onda, o canali, che potranno esser usati senza pericolo d'interferenza mutua. Se supponiamo che possano esser classificate onde lunghe quelle comprese fra 5.000 e 30.000 metri e onde corte quelle fra 5 e 100 metri, applicando il principio di un metodo sottoposto all'esame della prossima Conferenza Radio Internazionale, troviamo che 3.700 bande d'onda o canali saranno utilizzabili e ammissibili per le onde corte comprese fra 5 e 100

metri, mentre soltanto 90 canali vi saranno per le onde lunghe comprese fra 5.000 e 30.000 metri. Questo, certamente, è un calcolo piuttosto prudente per il numero di canali, ma si potrebbero adottare canali più ristretti e il numero ammissibile corrispondente di onde corte aumenterebbe nella stessa proporzione rispetto al numero ammissibile di onde lunghe. Ma, oltre a questo grandissimo vantaggio, le onde corte ne presentano ancora un altro relativo alla possibilità di raggruppare una gran parte della loro potenza entro uno stretto angolo, per mezzo del cosidetto sistema a fascio e anche dell'effetto di schermo dovuto al riflettore della stazione ricevente che, riducendo le possibilità d'interferenza, tende ancora ad aumentare il numero di servizi separati che possono essere effettuati per mezzo di queste onde.

Non bisogna inoltre perder di vista che le altissime velocità di lavoro sembrano poter esser raggiunte soltanto coll'uso di onde corte, mentre con le basse frequenze, corrispondenti alle onde lunghe, le velocità dello stesso ordine sono assolutamente irraggiungibili. Io posso, in altri termini, asserire che per quanto riguarda le onde non vi è alcuna ragione teorica perchè con una frequenza di 3.000.000, corrispondente a un'onda di 100 metri, la velocità possibile non dovrebbe essere 200 volte maggiore di quella raggiungibile con una frequenza di 15.000 dello stesso ordine della frequenza del trasmettitore principale della stazione a onde lunghe di Rugby.

Le stazioni di grande potenza a onde lunghe di questo Paese, che attualmente esplicano un servizio radiotelegrafico commerciale da e per gli Stati Uniti, sono atte, io ritengo, a trasmettere e ricevere contemporaneamente in ognuna delle direzioni, in condizioni normali, con una velocità media di 20 parole per minuto, per una media giornaliera di 18 ore. Ma le stazioni a fascio, nelle prove ufficiali si son già mostrate capaci di trasmettere e ricevere contemporaneamente con una velocità media di almeno 100 parole al minuto per 18 ore al giorno, velocità cioè almeno cinque volte maggiore di quella corrispondente al traffico che potrebbe esser effettuato durante lo stesso tempo dalle stazioni a onde lunghe, sebbene queste ultime utilizzino una potenza almeno dieci volte maggiore di quella utilizzata dalle stazioni ad onde corte.

Questi confronti ritengo siano sufficienti a mostrarvi che tutta la tecnica e la scienza delle radiotrasmissioni stia per subire attualmente un processo di evoluzione molto profondo.

Vi è inoltre, un'altra caratteristica economica interessante, per quanto riguarda i servizi a grande distanza per mezzo di onde corte rispetto ai cavi, che non dovrebbe essere trascurata.

Coi cavi il costo del capitale impiegato nel cavo stesso cresce in proporzione semplice e diretta con la sua lunghezza, mentre, sperimentando con radiotelegrafia a onde corte, si è visto che è possibile trasmettere messag-

gi in Australia con un'energia elettrica minore di quella necessaria per trasmetterli in Canadà, e quindi probabilmente con minore costo, o, d'altra parte, con maggiore velocità ed efficienza.

Mi è stato spesso domandato perchè, visto che le onde corte sono capaci di coprire le più grandi distanze senza l'utilizzazione dei sistemi a fascio, ho sempre insistito nell'usare tali sistemi in tutte le stazioni che la mia Compagnia sta impiantando per i servizi imperiali e per gli altri servizi importanti a grande distanza.

Il motivo di ciò sta nel fatto che avendo forse una certa esperienza delle severissime esigenze imposte dalla telegrafia commerciale moderna, ho notato che, a causa dell'«evanescenza» e dell'interferenza, i segnali ottenuti da tali stazioni non sono forti abbastanza per i servizi commerciali ad alta velocità come quelli richiesti fra le varie parti del vostro Impero.

È stato anche suggerito che io potrei usare una potenza superiore ai 20 kW, ma quest'idea non mi ha mai attirato giacchè ritengo che sarebbe necessario usare una potenza enorme e impossibile per ottenere la stessa intensità media di segnali che può essere ottenuta con l'uso di stazioni a fascio di potenza abbastanza piccola.

Le prove fra l'Inghilterra e il Canadà hanno già dimostrato che l'uso di aerei direttivi e di riflettori alle due estremità, dà come risultato un'intensità di segnale, che l'ing. Franklin ritiene sia normalmente 100 volte maggiore di quella raggiungibile con aerei trasmettenti e ri-

ceventi non direzionali che usano la stessa potenza. Ora, poichè l'aumento d'intensità dei segnali ricevuti cresce in proporzione con la radice quadrata della potenza del trasmettitore, è facile calcolare che, per ottenere segnali d'intensità 100 volte maggiore sarebbe necessario usare un'energia 10.000 volte più grande e quindi, se la potenza fornita alle placche delle valvole termoioniche della stazione a fascio è di 20 kW, con le stazioni normali trasmittenti e riceventi in tutte le direzioni, sarebbe necessario usare la potenza impossibile ed assurda di 200.000 kW, per ottenere la stessa intensità di segnali, alla estremità ricevente.

I risultati ottenuti mi hanno convinto che un buon sistema direzionale sarà il sistema dell'avvenire per le radiocomunicazioni a grande distanza, fra un punto e l'altro in tutto il mondo, e mi è stata estremamente gradita l'opportunità offertami dal Governo britannico e dai Governi dei principali Dominî e dell'India per cercare di dimostrar ciò.

Ho sempre pensato che le onde radio hanno troppo valore per essere continuamente disperse e diffuse egualmente in tutte le direzioni, invece di essere concentrate quanto più è possibile sulla stazione colla quale si desidera comunicare.

Vorrei aggiungere inoltre che non penso che il sistema a fascio sia comunque limitato alla radiotelegrafia. Spero che esso possa esser utilizzato per portare la radiofonia su una base molto più pratica di quanto essa

non sia attualmente, e inoltre per migliorare i sistemi di trasmissione d'immagini e di facsimile, televisione compresa. Anche per ciò che si chiama radiodiffusione, io credo che esso potrà permettere di trasmettere programmi e discorsi a grandi porzioni degli Stati Uniti, del Canadà, del Sud Africa e dell'Australia con un'intensità e un'accuratezza maggiori di quanto non sia possibile con i sistemi di radiodiffusione esistenti.

I risultati ottenuti dai dilettanti per mezzo delle onde corte attribuiscono ad esse grande credito, specialmente se consideriamo che la maggior parte dei dilettanti non ha che possibilità limitate per un lavoro sperimentale; e non bisogna dimenticare che i dilettanti furono i primi ad effettuare una comunicazione in duplex con la Nuova Zelanda per brevi periodi. Le loro osservazioni ci hanno spesso molto aiutato nell'arrivare a comprendere un po' meglio i complessi fenomeni presentatisi, ma io ritengo che talvolta è pericoloso attribuire troppa importanza a tutte le loro osservazioni, specialmente quando queste riguardano quelli che potrei dire risultati negativi. Proprio l'altro giorno ho letto un'affermazione di un'eminente autorità, secondo la quale in base ad osservazioni di dilettanti, la portata diurna di un'onda di 100 metri non supera le 200 miglia e un'onda di 50 le 100 miglia. Ho fatto delle prove con un'onda di 100 metri per mesi e mesi e non ho mai trovato che la sua portata diurna fosse inferiore alle 1.000 miglia. Con un'onda di 47 metri (cioè vicina ai 50 metri) non abbiamo mai trovato che vi

fossero delle zone di silenzio comincianti a 100 miglia o a un dipresso.

Può darsi che alcuni osservatori non fossero particolarmente abili o usassero ricevitori poco sensibili, ovvero le loro stazioni fossero per caso situate accanto a edifici o strutture che influenzassero sfavorevolmente la ricezione. Penso quindi che sarebbe una disgrazia se, in conseguenza di alcune informazioni, la teoria delle zone di silenzio dovesse impropriamente essere generalizzata ed estesa.

Ho trovato che per fare delle osservazioni e deduzioni attendibili sul comportamento della trasmissione a distanze variabili non vi è niente di meglio che una stazione installata su una nave adatta. Su una nave, o un panfilo, si ha il vantaggio di usare sempre lo stesso aereo, gli stessi ricevitori e gli stessi osservatori a tutte le distanze e io credo che questa sia la via più sicura per provare il comportamento di queste onde su quelle che si possono chiamare distanze medie.

È difficile far questo sui transatlantici o sui piroscafi da carico, giacchè il traffico radiotelegrafico dei passeggeri può interferire assai spesso con l'osservazione dei segnali di quella particolare stazione in prova e le navi commerciali non possono sempre fermarsi in porti intermedi per delle osservazioni brevi o lunghe, quando e dove sia necessario.

Durante le mie prime prove transatlantiche col Canadà 24 anni or sono, usai un incrociatore posto a mia di-

sposizione per un anno dal Governo italiano ed io ritengo che le navi da guerra possono essere spesso assai utilmente impiegate per aiutarci a chiarire molti dei misteri e dei problemi della radio che aspettano ancora una spiegazione e una soluzione.

Vorrei dire, prima di concludere, che il perfezionamento e il completamento del sistema a fascio è dovuto all'abilità e alla perseveranza di parecchi ingegneri e tecnici, ma in primo luogo all'ing. C. S. Franklin per la parte scientifica e tecnica, a R. N. Vyvyan, Ingegnere Capo della Compagnia Marconi per la parte costruttiva e ad A. G. Mathieu per il suo speciale lavoro sui ricevitori a onde corte.

Noi siamo tuttora, secondo me, molto lontani dal poter utilizzare le onde elettriche in tutta la loro estensione. Questo sarà il lavoro dei futuri ingegneri e col continuo progredire della civilizzazione esso diventerà più necessario nell'avvenire di quanto non lo sia stato per il passato.

Frederick Palmer, Vice-Presidente, dice di essersi alzato per proporre un voto di ringraziamento al senatore Marconi. Egli non potrebbe attribuirsi una particolare conoscenza della radio, ma qualunque cosa gli manchi, nella conoscenza dell'argomento egli la completa con l'entusiasmo. Egli si è molto interessato alla conferenza giacchè è stato spesso istruttivo per lui, durante i suoi numerosi viaggi, fatti negli ultimi anni per motivi pro-

fessionali in tutte le parti del mondo, trovare ogni mattina, a colazione, dovunque egli andasse, il bollettino delle notizie del giorno di tutto il mondo. Sulla via del ritorno dalla Costa d'Oro, poche settimane fa, chiamando Sierra Leone, i passeggeri ricevevano nel pomeriggio il risultato della partita di cricket fatta contro l'Australia, due o tre ore dopo la partita e non solo il risultato, ma anche i particolari del punteggio. Egli ha pensato che ciò fosse meraviglioso. L'Istituzione ha verso il senatore Marconi un altro debito di gratitudine perchè ha riunito in questo edificio, questa sera, la più grande assemblea che vi sia mai stata. L'attrazione di una conferenza del senatore Marconi ha riempito la Grande Sala ed egli ha creduto d'interpretare i sentimenti di tutti i presenti dicendo di essere profondamente riconoscente all'oratore.

La mozione è accettata per acclamazione.

Il senatore Marconi, rispondendo, ringrazia molto sinceramente il Presidente e il Vice-Presidente Palmer per le gentili parole rivoltegli. Ciò su cui ha parlato questa sera è cosa con cui il pubblico non può direttamente venire in contatto. Esso può utilizzarla rimettendo dei messaggi al Post Office, ma non può maneggiare gli strumenti. Ciò è compito del Post Office ed egli spera che saprà svolgerlo bene. In ogni modo, è stato necessario inviare sempre circa un centinaio di parole al minuto, qualunque fossero le condizioni atmosferiche; altrimenti la cosa non poteva essere considerata un successo. È questo che ha costituito il problema. Egli ringrazia

l'uditorio per la grande attenzione e per il modo estremamente cortese con cui l'ha accolto.

LE RADIOCOMUNICAZIONI A FASCIO[60]

Sono assai grato a questa Regia Università di avermi accordato l'onore di parlare sui più recenti progressi delle radiocomunicazioni, nella storica Perugia, ove tanti Stranieri vengono a studiare la nostra storia e ad apprendere le bellezze della Lingua e dell'Arte italiana.

Oggi avrei dovuto essere a Como ove, alla presenza del Ministro delle Comunicazioni e di illustri elettrotecnici di tutto il mondo civile, viene onorato il nostro Grande Alessandro Volta.

Ma io non ho voluto mancare all'impegno preso di venire fra gli studenti di questa Regia Università, ai quali anzi mi preme qui di ricordare che senza l'opera creatrice di Volta, io non avrei oggi il grande piacere di parlare di Radiocomunicazioni.

Io mi inchino rievocando la memoria del Grande Maestro.

Ed ora entro in argomento.

Non esporrò teorie, nè farò ipotesi teoriche, non darò neppure delle formule.

---

[60] Lezione tenuta il giorno 8 settembre 1927 alla R. Università Italiana per gli Stranieri di Perugia.

Nello sviluppo delle radiocomunicazioni non mi sono mai attenuto a formule, perchè le variazioni di proprietà dello spazio nel quale si muove il globo terrestre fanno intravedere sterminati orizzonti di conquista, ma non ammettono ancora alla mente umana un'analisi matematica sicura.

Esporrò quindi solo la sintesi delle mie esperienze nel vasto campo di ricerche al quale mi sono dedicato per collegare gli antipodi a mezzo delle onde elettromagnetiche: esporrò in conclusione la soluzione ottenuta del difficile problema senza fare una esposizione teorica del modo col quale a tale soluzione sono pervenuto.

L'imponente problema postomi di collegare gli antipodi, problema che la Gran Bretagna mi ha dato modo di risolvere a mezzo del collegamento radiotelegrafico del suo vasto Impero Coloniale, imponeva la soluzione dei seguenti quesiti:

a) collegare regolarmente, a mezzo della Radiotelegrafia, l'Inghilterra col Canadà, col Sud Africa, con l'Australia e con l'India, alla velocità di almeno cento parole al minuto in trasmissione e ricezione simultanea ad ogni stazione;

b) assicurare l'irradiazione dell'energia entro un angolo di 15 gradi;

c) assicurare che l'energia diffusa fuori di tale angolo non fosse maggiore del 5% dell'energia irradiata lungo l'asse del fascio congiungente le due stazioni;

d) assicurare la piena efficienza del servizio mondiale sopraccennato mediante l'impiego di una quantità di energia almeno dieci volte inferiore a quella prevista per i servizi lenti e molto costosi ottenuti col mio precedente sistema di radiocomunicazione.

Dopo due anni di intenso lavoro, nel quale sono stato efficacemente assistito dal personale della Compagnia Marconi di Londra, e specialmente dall'ing. Francklin, i seguenti risultati pratici sono stati conseguiti con completa soddisfazione del Governo della Gran Bretagna:

1° nel novembre 1926 è stato dimostrato, durante un periodo di sette giorni di severo collaudo e di servizio continuo di giorno e di notte, che l'Inghilterra ed il Canadà potevano corrispondere simultaneamente ad una velocità di oltre 200 parole al minuto in ogni direzione e con completa osservanza delle severe condizioni imposte circa l'irradiazione della modesta energia impiegata (20 kW);

2° nel marzo 1927 è stato compiuto, alle stesse condizioni e con esito completamente soddisfacente, il collaudo del servizio Inghilterra-Australia, e cioè del collegamento telegrafico più lungo e diretto stabilito nel globo terrestre (distanza circa 20.000 chilometri);

3° analogamente nel maggio 1927 è stato felicemente collaudato il regolare collegamento dell'Inghilterra col Sud Africa (distanza circa 10.000 chilometri);

4° infine, nel mese di agosto, ultimo scorso, è stato ufficialmente constatato che le garanzie da me assunte

per il rapido diretto servizio Inghilterra-India, venivano superate con un margine di eccedenza del 50%.

Così ora l'intera rete mondiale che collega l'Inghilterra in modo efficace e rapido con i suoi più importanti Domini è regolarmente aperta al servizio pubblico, ed ha già avuto l'importante risultato di imporre notevoli riduzioni delle tariffe telegrafiche fra l'Inghilterra e quei suoi importanti Domini, a tutto vantaggio del pubblico.

Questa è la sintesi dei più recenti risultati ottenuti nelle radiocomunicazioni mondiali.

Ed io oggi a bordo del mio panfilo *Elettra*, con un modesto ricevitore ad onde corte e con pochi metri di aereo, posso giornalmente controllare, portandomi entro i vari fasci delle onde elettriche che collegano i lontani Paesi sopraindicati, l'andamento del servizio mondiale di cui ho assunto la responsabilità.

Ma la vostra mente analitica mi rivolge tacitamente i quesiti:

Come sono stati conseguiti questi risultati?
Quale è stata la procedura tecnica seguìta?
Quali difficoltà sono state sorpassate?

Nei riguardi della procedura tecnica, dirò brevemente che mi sono basato su di un capovolgimento di quella osservata per molti anni e dalla quale erano conseguiti i grandiosi e costosissimi impianti ad onde lunghe ed a trasmissione circolare da me costruiti dopo le mie prime esperienze del 1901 fra l'Inghilterra ed il Nord America.

Nelle varie Memorie scientifiche da me pubblicate in Italia, in Inghilterra, in America ed altrove, io ho esposto il processo delle esperienze e delle ricerche che, dal minuscolo primo apparecchio da me ideato e costruito a Pontecchio, presso Bologna, nel 1895, mi portarono alla costruzione dei dispendiosissimi impianti per i servizi a grandi distanze. Eviterò quindi di ripetermi. Dirò solo che le formule e le leggi accettate per molto tempo in passato, relative alle più vantaggiose lunghezze d'onda, alla potenza necessaria per comunicazioni a grandi distanze, ci portavano alla necessità di impiegare sistemi di antenna così elevati, quantità di energia elettrica così rilevanti, con lunghezze d'onde di diecine di chilometri, così da rendere l'insieme talmente dispendioso per l'impianto e per l'esercizio, da non lasciare che un ben tenue e dubbio tornaconto nella concorrenza della Radiotelegrafia coi moderni cavi e con le linee telegrafiche terrestri.

Queste elevate spese d'impianto e di esercizio rendevano difficile, se non addirittura impossibile, la riduzione delle tariffe telegrafiche, riduzione che ha sempre costituito uno dei principali scopi prefissimi fin da quando, per la prima volta, potei dimostrare la possibilità delle comunicazioni radiotelegrafiche fra l'Europa e l'America.

Ciò nonostante, nel periodo della guerra e dell'immediato dopoguerra, in cui non si badava a spese, si verificò una vera gara fra le grandi Nazioni nell'aumento del-

la potenza dei loro impianti. Con tali mastodontici impianti si ottennero, è vero, alcuni importanti servizi fra l'Europa e l'America, servizi indubbiamente utilissimi, specialmente dal lato politico; ma il tornaconto economico di tali impianti era dubbio, la corrispondenza era lenta, perchè le frequenze relativamente basse accessorie per ottenere le grandi lunghezze d'onda, allora ritenute indispensabili, non permettevano di ottenere, in una minima frazione di tempo, un numero sufficiente di oscillazioni necessarie alle altissime velocità di ricezione. Inoltre la sintonia diventava difficile e le scariche elettriche atmosferiche spesso rendevano impossibile il servizio.

Fu allora, precisamente durante la guerra, che io cominciai a pensare che, forse, ci eravamo avviati verso un vicolo cieco limitando tutte le nostre ricerche e tutti i nostri sforzi nell'impiego di onde lunghe.

Tale mia persuasione era per di più confermata dal ricordo che, durante i miei primi esperimenti del 1895 e del 1896, io avevo ottenuto promettenti risultati su brevi distanze con onde cortissime. Io mi convinsi, in accordo con la teoria, che solo le onde corte potevano essere in pratica trasmesse a fasci e controllate mediante impiego di appositi proiettori e ricevitori. Mi parve sin d'allora che, per le trasmissioni fra punti fissi, fosse assurdo di dover irradiare l'energia ed i messaggi in tutte le direzioni, cioè anche in quelle non desiderate. Perchè, ad esempio, per una trasmissione destinata all'America le stesse

radiazioni di energia e gli stessi messaggi dovevano venire diffusi con eguale intensità attraverso quasi tutta l'Asia, l'Africa e, forse, anche l'Oceania? Il desiderio di fornire all'Italia in tempo di guerra un sistema di Radiotelegrafia più rapido e più segreto possibile agitava allora l'animo mio.

A Genova, nel 1916, feci costruire un primo minuscolo impianto radiotelegrafico basato su principî del tutto differenti da quelli sino allora usati. Con tale apparecchio nello stesso anno a Livorno – ove la nostra Regia Marina mi fornì ogni facilitazione – potei eseguire importanti prove attraverso distanze di parecchi chilometri.

L'apparecchio che usai nelle prove di Genova e di Livorno impiegava onde cortissime, cioè di due o tre metri di lunghezza, e le proiettava nella direzione voluta in un fascio. Con tale apparecchio ebbe inizio il *Sistema a fascio*.

Le prove di questo mio nuovo sistema furono condotte per qualche anno ad intervalli in Inghilterra con l'assistenza dell'ing. Franklin.

In seguito ai risultati ottenuti io affermai per primo nel 1923, contro la generale diffidenza, che le comunicazioni ad alta velocità fra punti fissi a grande distanza si sarebbero basate sull'uso del *Sistema a fascio* e che l'impiego delle onde lunghe sarebbe stato limitato ai servizi per navi, per aeromobili e di Radiotelefonia circolare.

Tale mia affermazione fu decisamente confortata dai risultati delle mie varie esperienze eseguite durante il periodo dal 1916 al 1923.

Nel 1917 a Carnarvon, nel Galles, raggiunsi, con una lunghezza d'onda di 3 metri, una distanza di comunicazione di 33 chilometri usando solamente un riflettore al trasmettitore.

Nel giugno 1920 ottenni una forte e chiara ricezione radiotelegrafica nel porto di Kingstown in Irlanda ad una distanza di 120 chilometri dalla stazione trasmittente.

Nel 1921 fu ottenuta una portata di 158 chilometri.

Indicando tali distanze intendo dare la distanza intercedente fra le stazioni fisse sperimentali allora a mia disposizione e non le massime distanze raggiungibili.

Nelle esperienze condotte nel 1921 l'aumentata efficienza ottenuta con l'uso dei riflettori fu confermata e chiaramente dimostrata da una serie di misure che dimostrarono come la intensità dell'energia ricevuta, usando riflettori, fosse 200 volte superiore a quella ricevuta senza riflettori.

Per quanto riguarda le ulteriori esperienze da me condotte susseguentemente al 1921 devo premettere che difficilmente avrei potuto ottenere così sollecitamente i risultati che vado ad esporre se non avessi avuto a mia disposizione per vari anni una stazione mobile atta a portarsi in qualunque parte del globo, una organizzazione atta a darmi una efficiente e pronta assistenza nei più

lontani paesi, ed, infine, la più completa fede nei miei progetti da parte di chi non ha misurato il grande rischio economico da affrontare per essi.

Come stazione mobile ho, fortunatamente, potuto disporre del mio panfilo *Elettra*, che rappresenta una specie di laboratorio ambulante sotto bandiera italiana.

Per l'assistenza tecnica in lontane parti del mondo ho potuto disporre di speciali stazioni riceventi stabilite nel Canadà, negli Stati Uniti di America, nel Brasile, nell'Argentina, nell'India, nel Giappone, nel Sud Africa ed in Australia.

Nei mesi di aprile, maggio e giugno del 1923 condussi una serie sistematica di esperienze a distanze sempre crescenti dall'Inghilterra sino alle Isole del Capo Verde, sulla costa occidentale dell'Africa.

Tali esperienze furono condotte fra la piccola stazione sperimentale a fascio di Poldhu nella Cornovaglia (Inghilterra) ed una stazione ricevente installata a bordo del panfilo *Elettra*. Queste stazioni furono ampiamente descritte in una Conferenza che ebbi l'onore di tenere a Roma in Campidoglio il 10 luglio 1924.

In queste esperienze venne usato alla stazione di Poldhu un riflettore costituito da un numero di fili sintonizzati sulla lunghezza d'onda impiegata e situati lungo una curva parabolica la cui linea focale era costituita dall'aereo trasmittente. La lunghezza d'onda impiegata fu di 92 metri, e la potenza usata sull'aereo di soli 12 kW. I segnali di Poldhu poterono essere ricevuti molto chiara-

mente durante il giorno fino alla distanza di 1215 chilometri, e durante la notte sino a 4130 chilometri, cioè sino alle Isole del Capo Verde, da dove fui obbligato a ritornare in Europa, per quanto la gran forza dei segnali rinvenuti durante la notte non lasciasse alcun dubbio sulla loro molto maggiore portata.

Con tali esperienze furono praticamente e definitivamente smentite alcune previsioni fatte da tecnici valenti sulla condotta delle onde corte. Con esse fu pure scoperto che financo ai tropici i disturbi atmosferici potevano essere praticamente eliminati con le onde corte a fascio, ciò che non era mai stato possibile colle onde lunghe. Così pure, fu rilevato che le attenuazioni dei segnali, attribuite al cosidetto fenomeno «fading», erano assai ridotte mediante l'uso di un simile sistema.

Nell'attuazione pratica di questo nuovo sistema molti problemi di non facile soluzione si erano presentati.

I più importanti di questi erano:

ottenere che i fili del riflettore delle stazioni trasmittenti vibrassero elettricamente tutti simultaneamente, e cioè senza sfasamento e con eguale periodo di oscillazione;

ottenere l'assoluta purezza e costanza delle onde trasmesse;

ottenere la minima possibile dispersione della energia fuori della linea di collegamento delle due stazioni corrispondenti;

ottenere onde che potessero attraversare di giorno come di notte le più grandi distanze senza subire le influenze della luce solare e delle vaste zone di terra interposte.

Per la soluzione di tali problemi cominciai nel 1924 un nuovo periodo di importanti esperienze.

Nel febbraio e nel marzo 1924, a bordo del transatlantico *Cedric*, studiai la propagazione di onde corte di varie lunghezze senza l'uso di riflettori e di sistemi direzionali, constatando che la portata di una onda di 92 metri sotto la luce solare era di circa 2600 chilometri nel Nord Atlantico e scopersi che tale portata si estendeva durante le ore di oscurità o di semioscurità dall'Inghilterra agli Stati Uniti, all'Argentina ed all'Australia, cioè presso a poco fino alla massima distanza raggiungibile sulla terra.

Successivamente feci anche una prova di Radiotelefonia con Sydney in Australia. Fu quella la prima volta nella storia che la parola umana sia stata trasmessa direttamente dall'Europa all'Australia ed udita perfettamente intelligibile presso gli antipodi ad una distanza cioè di quasi 20.000 chilometri (30 maggio 1924).

Nell'agosto e settembre del 1924 feci delle nuove esperienze fra l'Inghilterra ed il panfilo *Elettra*, sempre allo scopo di determinare le lunghezze d'onda più adatte per sorpassare la ben nota difficoltà opposta dalla luce solare, poichè il dover limitare la trasmissione a grandi

distanze alle ore di oscurità avrebbe costituito un vero e serio ostacolo all'adozione generale del nuovo sistema.

Feci allora prove con quattro lunghezze d'onda diverse, e cioè: di 92, 60, 47 e 32 metri.

Mediante queste prove potei scoprire un fenomeno importante, e cioè: che su grandi distanze la portata di giorno aumentava man mano che la lunghezza d'onda veniva ridotta al disotto di 92 metri. Constatai così in modo definitivo che nella scelta della lunghezza d'onda occorreva seguire una via completamente opposta a quella da me indicata nel passato.

Infatti l'onda di 32 metri si riceveva bene in pieno giorno a Beyruth nella Siria, ad una distanza di 3890 chilometri, mentre l'onda di 92 metri s'affievoliva entro tale percorso e la segnalazione svaniva a distanze superiori ai 1850 chilometri.

Contemporaneamente, l'onda di 60 metri sembrò migliore di quella di 92 metri durante il giorno, l'onda di 47 metri migliore di quella di 60 metri ed, infine, quella di 32 metri migliore di tutte.

Da tali osservazioni trassi allora la deduzione che onde ancora più corte non avrebbero subìto alcuna influenza dalla luce solare.

Infatti, si è trovato che onde inferiori ai 20 metri sono perfino più adatte per le trasmissioni diurne che per quelle notturne.

Tale scoperta, a parte la sua importanza pratica, solleva problemi scientifici del più alto interesse sulla teoria

della propagazione delle onde elettriche attorno al globo.

Sempre, però, allo scopo di determinare le onde più adatte per le trasmissioni durante il giorno alle maggiori distanze, ripresi, nell'ottobre del 1924, le mie esperienze impiegando l'onda di 32 metri.

Con ricevitori speciali installati a Montreal (nel Canadà), e con altri ricevitori stabiliti a New York, a Rio Janeiro, a Buenos Aires ed a Sydney (in Australia), potei constatare che era possibile trasmettere con l'onda di 32 metri completi radiotelegrammi impiegando soli 12 kW di energia dall'Inghilterra al Canadà, agli Stati Uniti, al Brasile, ed all'Argentina, anche quando tutto il tratto di circolo massimo congiungente rispettivamente le stazioni ricevitrici con la stazione trasmettente di Poldhu in Inghilterra era completamente esposto alla luce solare. Relativamente all'Australia, devo osservare che il tratto di circolo massimo compreso fra l'Inghilterra e l'Australia è completamente esposto al sole per soltanto due o tre ore per volta e che, inoltre, l'aspetto scientifico delle prove con l'Australia è complicato dal fatto che le onde possono seguire diverse vie per raggiungere la stazione ricevente con relativa facilità, poichè l'Australia, rispetto all'Inghilterra, si trova quasi agli antipodi.

Darò ora una descrizione molto sommaria delle stazioni a fascio impiantate per conto del Governo inglese, ed accennerò specialmente a quelle analoghe installate nei Domini.

Ogni stazione trasmettente dispone della piccola potenza di 20 kW agli anodi delle valvole oscillatrici e di un sistema aereo costruito in modo da concentrare le onde emesse entro un angolo di 4 gradi su ciascun lato dell'asse di trasmissione; l'energia irradiata al di là di 15 gradi non deve eccedere, secondo le condizioni imposte dal Governo inglese, il 5% di quella irradiata lungo l'asse; la stazione ricevente deve avere il suo massimo potere ricezionale nella direzione della stazione corrispondente. Le stazioni in Inghilterra funzionano a mezzo di un comando a distanza, effettuato attraverso cavi di collegamento coll'Ufficio Telegrafico Centrale di Londra: i segnali non sono più ricevuti al telefono secondo l'antiquato sistema ad audizione, ma, data la entità dell'energia ricevuta, sono capaci di azionare un apparecchio automatico a grande velocità per la loro registrazione, la quale vien fatta direttamente a stampa nell'Ufficio Centrale di Londra in modo da permettere una rapidissima consegna al destinatario. Le antenne ed i riflettori di ogni stazione sono formati in modo alquanto diverso da quello impiegato nel primo periodo delle mie esperienze condotte in Italia ed in Inghilterra. Allora i riflettori erano costituiti, come ho già detto, da un certo numero di fili verticali paralleli all'antenna, e distribuiti attorno ad essa secondo una curva parabolica della quale le antenne trasmettenti o riceventi costituivano la linea focale. Ora, invece, in queste nuove stazioni le antenne ed il riflettore sono costruiti secondo un più efficiente disposi-

tivo: essi sono formati da fili disposti come due griglie in piani paralleli l'uno all'altro in cui i fili costituenti l'aereo sono alimentati simultaneamente dal trasmettitore con speciale sistema atto ad assicurare che la fase di oscillazione in ciascun filo sia la stessa. L'aereo ed il riflettore sono identici nella stazione trasmettente ed in quella ricevente. Le torri hanno in testa dei portanti orizzontali disposti in modo da sostenere le draglie ed i fili. La disposizione delle torri è fatta in modo che il circolo massimo passante fra la stazione trasmettente e la rispettiva stazione ricevente sia ad angolo retto con la fila delle torri. Le lunghezze d'onda usate fra le varie stazioni sono approssimativamente le seguenti:

Inghilterra ed il Canadà	metri	16 e 32
Inghilterra e India	»	16 e 34
Inghilterra ed il Sud Africa	»	16 e 34
Inghilterra e l'Australia	»	26

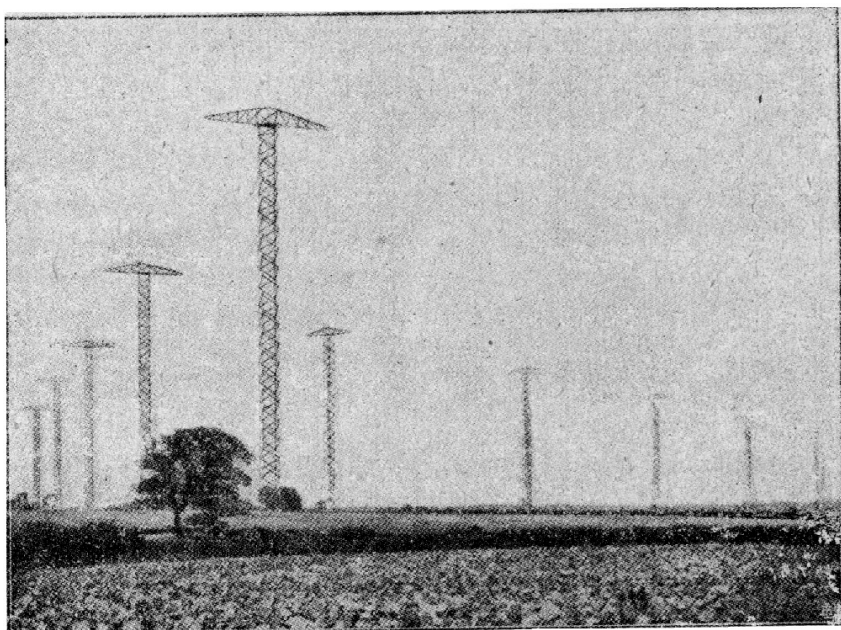
Nei limiti di tempo accordati ad una conferenza non credo di poter entrare in dettagli costruttivi e di calcolo.

La velocità di trasmissione sinora raggiunta è veramente sorprendente, essendosi sorpassata quella di 500 parole al minuto su ciascun circuito completo. La capacità di traffico in parole di ognuno dei suddetti collegamenti si aggira attorno alle 300.000 parole al giorno.

Ho potuto così attuare il còmpito affidatomi dal Governo inglese nel 1924, che era di collegare radiotele-

graficamente, mediante stazioni a fascio funzionanti ad alta velocità, la Gran Bretagna col Canadà, con l'Australia, col Sud Africa e con l'India.

Non posso che esprimere la mia riconoscenza al Governo della Gran Bretagna ed ai Governi dei principali Domini e dell'India per avermi tanto prontamente accordato di mettere a pratica prova il nuovo sistema da me ideato.

In aggiunta alle stazioni destinate al servizio con i grandi Domini dell'Inghilterra che, come ho già detto, sono già state aperte al pubblico, altre simili stazioni sono in corso di impianto per servizi diretti fra l'Inghilterra e gli Stati Uniti, il Brasile e l'Argentina: ed anche da parte di altre Nazioni d'Europa.

Stazione ricevente a fascio di Bridgwater costruita dalla Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd. per l'Ufficio Generale Poste Inglesi su sistema Marconi onde corte.

A sinistra 5 torri per ricevere dal Canadà, a destra 5 torri per ricevere dal Sud Africa.

Il Portogallo, ha già inaugurato numerose stazioni a fascio colleganti Lisbona con l'Angola, con le Isole del Capo Verde, col Brasile e col Mozambico, ed è intento a completare con questo sistema la rete radiotelegrafica nel suo impero.

Il funzionamento di queste stazioni a fascio in tante parti del mondo, ha permesso osservazioni interessantis-

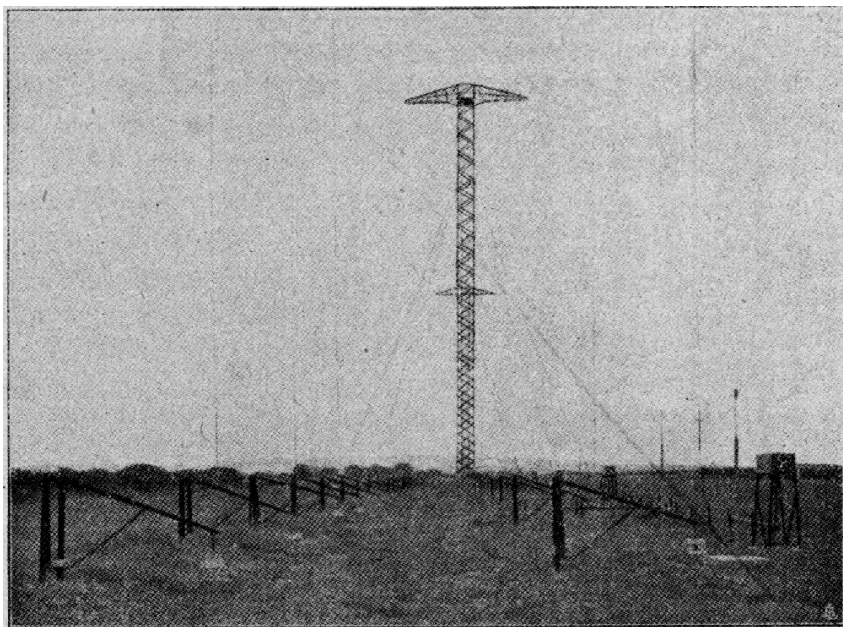
sime, alcune delle quali nuove nella storia della radiotelegrafia.

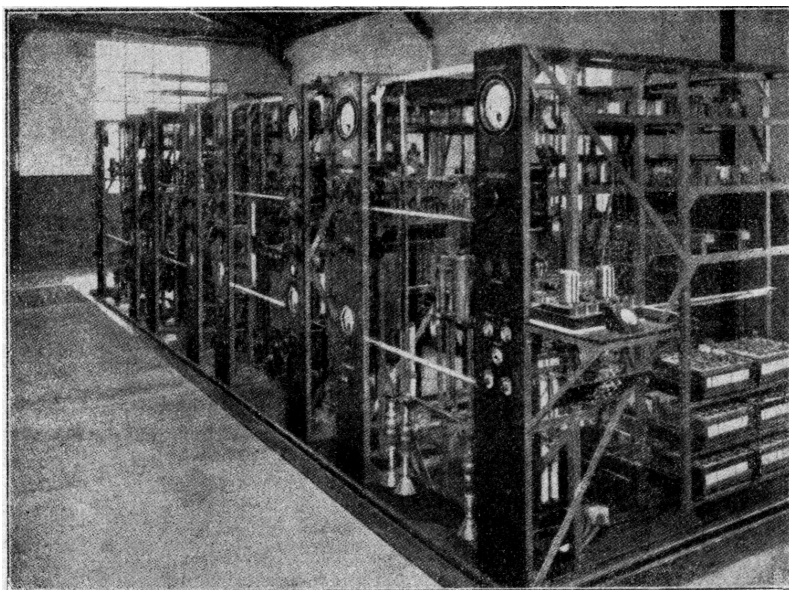
Una di tali osservazioni si riferisce ai disturbi atmosferici.

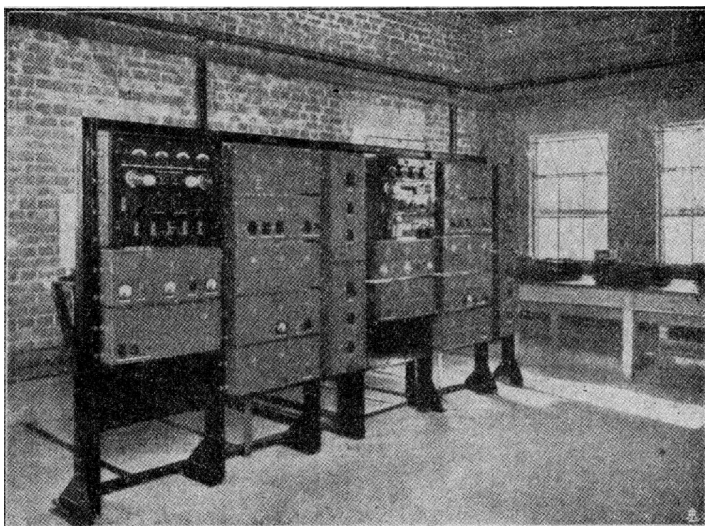
Tutti, ormai, sanno che i disturbi elettrici dell'atmosfera sono sempre stati i più accaniti nemici della radiotelegrafia, ma l'esperienza di un anno ci ha convinti che, col nuovo sistema a fascio, gli effetti di detti disturbi sono veramente trascurabili.

Rimane ancora una difficoltà da sormontare: essa riguarda le saltuarie attenuazioni di intensità dei segnali, fenomeno chiamato, dagli Inglesi e dagli Americani, «fading».

Tale fenomeno è caratteristico, specialmente nell'impiego delle onde corte. L'uso dei riflettori ha già in gran parte neutralizzato l'effetto dannoso di tale fenomeno in ragione del grande aumento d'intensità dei segnali ricevuti, ottenendosi un sufficiente margine di forza dei segnali per assicurare una buona ricezione anche durante gran parte dei periodi di attenuazione.

La scoperta delle proprietà veramente preziose possedute dalle onde corte, in confronto a quelle lunghe, apre un nuovo vastissimo campo alle radiocomunicazioni e ne permette uno sviluppo che sarebbe stato temerario sperare pochi anni or sono.

STAZIONE TRASMITTENTE A FASCIO DI BRIDGWATER COSTRUITA DALLA MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LTD. PER L'UFFICIO GENERALE POSTE INGLESI SU SISTEMA MARCONI ONDE CORTE.

L'antenna per la gamma di onde più corte del trasmettitore canadese. Il sistema di antenna è a destra e il sistema di riflettore è a sinistra. A destra si vedono le scatole di accoppiamento di antenna che sono interposte fra il sistema di alimentazione e l'aereo; c'è una scatola d'accoppiamento per ogni 2 fili d'antenna. Le estremità inferiori di ogni filo dell'antenna e del riflettore sono assicurate ad un contrappeso bilanciato su un supporto a destra, così da mantenere la stessa tensione su ogni filo in ragione dei cambi nella pressione dei venti.

STAZIONE TRASMITTENTE A FASCIO DI BRIDGWATER COSTRUITA DALLA MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LTD. PER L'UFFICIO GENERALE POSTE INGLESI SU SISTEMA MARCONI ONDE CORTE.

Trasmettitore a fascio per il Canadà: Pannello I (a destra), assorbitore e pannello di segnalazioni; pannello II, manovra, 3 amplificatori più 2 amplificatori per la gamma di onde più lunghe; pannello III, manovra, 3 amplificatori più 2 amplificatori per la gamma di onde più corte; pannello IV, 1 amplificatore che è comune alle 2 gamme. Nel fronte della fotografia prossima al pannello dell'assorbitore ci sono i relays attraverso i quali passa la corrente della linea inviata ai trasmettitori. Ciascuno di questi 2 relays può essere usato a volontà, il commutatore essendo piazzato nel pannello di ebanite obliquo.

Stazione ricevente a fascio di Bridgwater costruita dalla Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd. per l'Ufficio Generale Poste Inglesi su sistema Marconi onde corte.

Ci sono 2 ricevitori: quello a sinistra serve per i segnali del Sud Africa e quello a destra per i segnali canadesi. Poichè sono usate due lunghezze di onde per ogni servizio, ogni ricevitore può essere sintonizzato per ricevere due lunghezze d'onde, una in una gamma di onde più alte dell'altra. Ogni ricevitore consiste di 3 colonne; le unità da sinistra a destra sono come segue: 1) tavola di manovra; 2) filtro trasformatore e unità d'ascolto; 3) modulatore amplificatore; 4) modulatore; 5) modulatore eterodina e circuito intermedio; 6) amplificatori; 7) circuito d'ascolto, modulatore e eterodina; 8) amplificatore e trasformatore; 9) unità finale d'alimentazione e circuito intermedio; 10) unità finale d'alimentazione e circuito

intermedio per la seconda lunghezza d'onda.

Ma desidero qui ricordare che simile affermazione io già feci nel giugno 1922 in una Conferenza da me tenuta alla Associazione degli ingegneri elettrotecnici d'America a New York, nel corso della quale dimostrai il funzionamento di piccole stazioni basate sull'uso di onde cortissime che venivano proiettate in una direzione voluta.

Ritengo ora utile un breve confronto fra il sistema a fascio ad onde corte e gli antichi sistemi circolari ad onde lunghe.

Se per onde corte s'intendono quelle comprese fra i 5 ed i 100 metri, ed onde lunghe quelle comprese fra i 5000 ed i 30.000 metri, possiamo, secondo un calcolo adottato dal Governo inglese, disporre di 3700 circuiti per le onde corte e di soli 92 circuiti per le onde lunghe. Ne consegue che noi possiamo stabilire un rilevantissimo numero di servizi indipendenti e non interferenti fra loro impiegando onde corte, mentre possiamo disporre solo di un limitatissimo numero di servizi indipendenti usando onde lunghe. Con le onde corte, inoltre, vi è il gran vantaggio di non dover impiegare che una potenza limitatissima, costringendo la maggior parte dell'energia irradiata a mantenersi in un fascio diretto verso la stazione corrispondente, mentre, per l'effetto del riflettore al ricevitore, vien ridotta la possibilità di interferenze aumentando ancora il numero dei servizi indipendenti

che si possono utilizzare. In aggiunta, le onde corte, come ho già detto, permettono una velocità altissima di trasmissione, mentre per le onde lunghe la relativa bassa frequenza non permette che velocità molto limitate.

Infine, le stazioni ad onde corte a fascio esigono una spesa d'impianto e di esercizio enormemente inferiore a quella richiesta per le stazioni ad onde lunghe.

Così ad esempio:

La stazione a fascio di Bodmin nella Cornovaglia, per le corrispondenze col Canadà e col Sud Africa, dispone di un aereo con riflettore sostenuto da 5 piccole torri ciascuna di soli 86 metri di altezza: l'energia in essa impiegata è di soli kW. 20, e le lunghezze d'onda sono comprese fra i 16 e 34 metri.

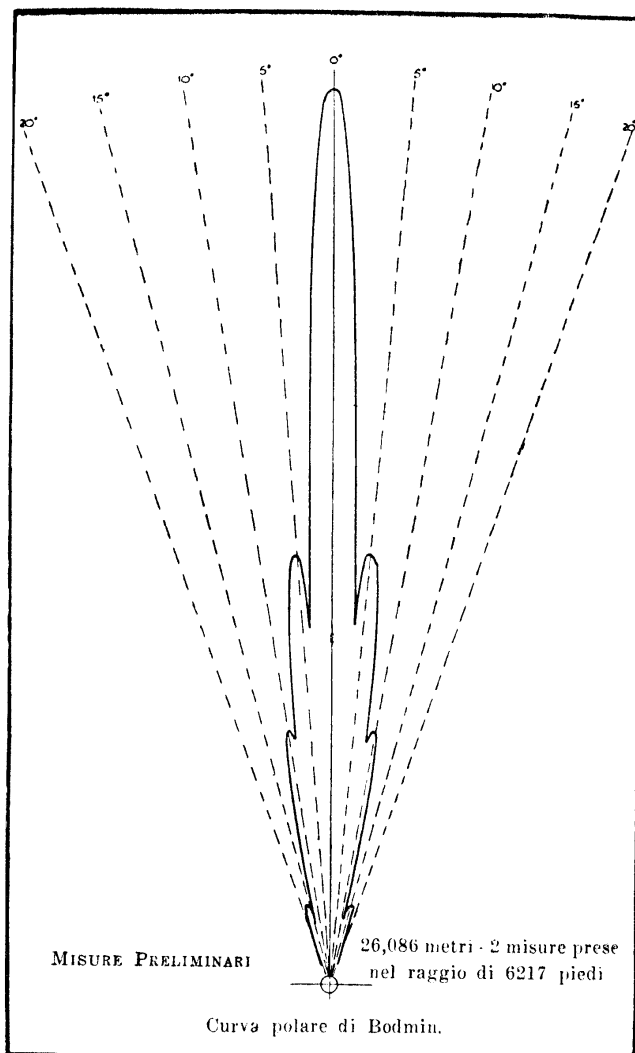
Invece, la grande stazione di Ryghy, eretta in Inghilterra, disimpegnante un servizio molto più lento di quello di Bodmin, è obbligata ad impiegare un aereo sostenuto da 8 torri ciascuna dell'altezza di 285 metri, dell'energia di 1400 kW, ed una lunghezza d'onda di circa 19.000 metri.

Così pure, la grande stazione secondo l'antico sistema costruita nelle vicinanze di Roma, possiede 6 torri ciascuna dell'altezza di 210 metri. La potenza fornita all'antenna principale è di 400 kW. Le lunghezze d'onda sono comprese fra i 10.000 ed i 20.000 metri.

Varie altre stazioni di questo tipo sono state costruite ed attualmente funzionano in Italia, in Inghilterra, nel-

l'Argentina, negli Stati Uniti, in Germania nella Francia ed in molti altri paesi.

Il costo delle stazioni di questo tipo si aggira sui 60 milioni di lire per ogni impianto. La loro velocità di trasmissione è relativamente bassa: il loro costo di esercizio, che naturalmente comprende interessi sul capitale impiegato, ammortamenti e consumo di energia, è assai elevato, e quindi anche il costo delle parole per esse trasmesse.

Curva polare di Bodmin.

Dal risultato del collegamento compiuto fra l'Inghilterra ed i suoi più importanti Domini, ho tratto la conclusione che il *Sistema a fascio* assicurerà anche alla

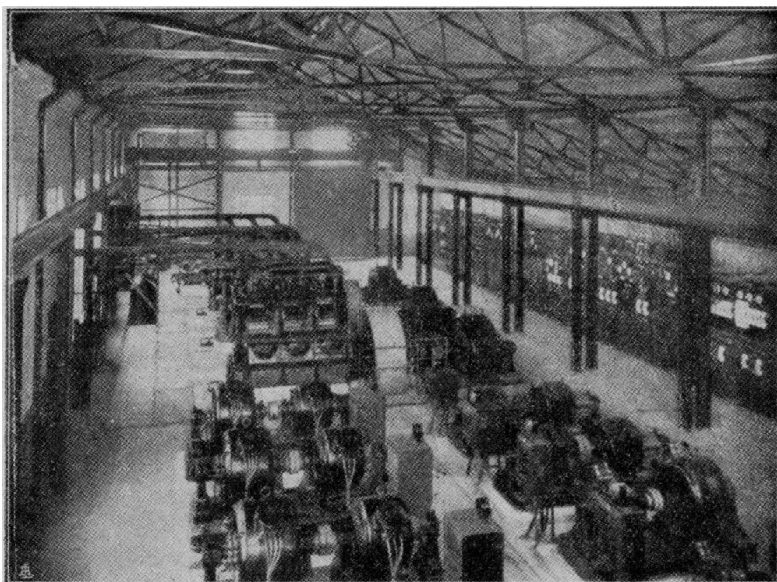
Radiotelefonia gli stessi vantaggi, e che esso potrà facilitare enormemente lo sviluppo dei sistemi di trasmissione di fotografie a distanza e quello della televisione.

Fra l'Inghilterra e l'America la trasmissione di riproduzioni fotografiche e disegni ecc. già si effettua su di una base commerciale, per la quale oggi già esiste un traffico regolare.

Malgrado però i risultati ottenuti, non è il caso, come ho detto in principio, di dettare formule e di stabilire teorie.

Tutta la tecnica delle radiocomunicazioni è ancora in uno stato di intensa evoluzione e di rapidissimo sviluppo.

Ma questa evoluzione e questo sviluppo cominciai ad intravedere fin da quando, ancor giovanetto, mi sentii affascinato dalle esperienze di Hertz che confermavano le ipotesi matematiche di Maxwell sulla teoria elettromagnetica della luce e che poi furono brillantemente proseguite dal nostro grande fisico bolognese Augusto Righi.

Sino da allora ebbi l'idea, direi quasi l'intuizione, che queste onde avrebbero potuto fornire all'umanità un nuovo e possente mezzo di comunicazione, non solo attraverso i continenti ed i mari, ma anche per le navi, con immensa diminuzione dei pericoli della navigazione e con l'abolizione dell'isolamento di chi attraversa gli oceani.

LA SALA DELLE MACCHINE NELLA STAZIONE TRASMITTENTE DI BODMIN COSTRUITA DALLA MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LTD. PER L'UFFICIO GENERALE POSTE INGLESI SU SISTEMA MARCONI ONDE CORTE.

Nello sfondo si vedono 3 macchine di 165 cavalli accoppiate a dinamo a corrente continua che forniscono l'energia d'alimentazione dei gruppi oscillatori che si trovano più avanti. I 3 generatori più prossimi, sono gli alternatori principali che forniscono l'energia per le valvole trasmittenti. Il generatore a destra più vicino alla macchina fotografica fornisce l'energia per accendere i filamenti delle valvole rettificatrici dei gruppi rettificatori principali di alimentazione; immediatamente dietro a questo generatore vi sono due macchine a corrente continua che forniscono corrente per accendere le valvole nei pannelli trasmettitori. All'estrema destra si trova il quadro di con-

trollo delle dinamo e dei generatori.

I risultati che presto ottenni a notevoli distanze furono, a mio parere, dovuti alla scoperta da me fatta nel 1895 dell'effetto delle cosidette «antenne» od aerei elevati e collegati tanto agli apparecchi trasmettitori quanto a quelli ricevitori.

Ma il più grande impulso venne dato allo studio della Radiotelegrafia quando, nel 1901, potei effettuare le prime trasmissioni transatlantiche dall'Inghilterra all'America, quando scopersi che la curvatura della terra non era d'impedimento alla propagazione delle onde elettriche attraverso alle più grandi distanze.

Questa scoperta, della possibilità di sorpassare la curvatura terrestre, confermò pienamente le mie previsioni e fu di massima importanza per il proseguimento delle mie ricerche.

Fisici valenti avevano allora espresso l'opinione che la telegrafia senza fili attraverso distanze di migliaia di chilometri non sarebbe mai stata possibile e non avrebbe rappresentato che il sogno di un visionario perchè, secondo essi, la curvatura della terra avrebbe inesorabilmente impedito le comunicazioni a distanze superiori a poche diecine di chilometri, nello stesso modo che una sorgente di luce per quanto mai intensa non può essere veduta quando essa è tanto lontana da trovarsi al disotto dell'orizzonte.

Ma voi chiederete: se la curvatura della terra non arresta la propagazione delle onde elettriche, tale propagazione avviene forse nello spazio interplanetare? Ed allora, come mai l'energia irradiata non si disperde nello spazio infinito?

Credo che siamo ancora lungi da una comprensione, sia pure approssimativamente esatta, del come le onde elettriche riescono ad attraversare distanze enormi sino a fare il giro completo del globo.

Non intendo esporre, come ho già detto, ipotesi teoriche: accennerò solo alla spiegazione ora più generalmente accettata e cioè: che per la ionizzazione degli alti strati atmosferici, questi vengono a costituire una superficie conduttiva curva e concentrica alla superficie della terra, capace di riflettere o deflettere le onde elettriche in modo che esse rimangono rinchiuse fra queste due superfici riflettenti e così obbligate, con successive riflessioni, a seguire la curvatura terrestre invece di irradiarsi e disperdersi nello spazio infinito.

Noi non siamo ancora in grado di poter asserire che la tecnica della Radiotelegrafia sia basata su teorie esatte e ben conosciute: ma io sono persuaso che cinque anni or sono gli scienziati credevano di sapere *molto di più* in questo campo di quanto essi riconoscono di saperne al giorno d'oggi.

Ciò non è perchè siamo andati indietro, ma perchè tanti fatti recentemente scoperti ci hanno fatto realizzare quanto fossero grandi le lacune delle nostre cognizioni.

Sono convinto che quanto ho avuto l'onore di esporre sarà ben presto sorpassato da chi persisterà nell'ansioso intento di carpire nuovi segreti alla natura la quale, spesso, capovolge tutte le leggi e tutte le teorie che le nostre imperfette cognizioni ci suggeriscono.

Concludo, ripetendo che io ho solo desiderato esporre dei fatti compiuti, accennando ad importanti fenomeni constatati nella trasmissione dell'energia elettrica attorno al globo.

Incoraggio gli studiosi di questa Regia Università a perseverare sempre nel campo sperimentale ed a ricordarsi della massima di Galileo:

PROVARE E RIPROVARE.

FENOMENI ACCOMPAGNANTI LE RADIOTRASMISSIONI[61]

Altezza Reale, Eccellenze, Signore, Signori,

Nell'iniziare il mio dire in questo eletto Consesso, oltre che ringraziare la Presidenza della Società Italiana per il Progresso delle Scienze per l'onore fattomi invitandomi a partecipare a questa importantissima e memorabile Riunione, desidero rivolgere il mio commosso ed esultante saluto alla nobile città che ci ospita e alla regione tutta che sta qui a baluardo della Patria.

Il mio saluto è commosso al pensiero della lotta pazientemente e tenacemente sostenuta da questo nucleo di italianità pura, ardente, indistruttibile, e per il tumulto di impressioni suscitate alla vista del luogo che è divenuto per noi un'ara consacrata dall'eroismo e dal sacrifizio: il mio saluto è esultante per il compiacimento di trovarmi tra i fratelli del Trentino in una grande manifestazione prettamente italiana che si svolge sul suolo ri-

[61] Discorso inaugurale a Trento. In «Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze», XIX riunione, Bolzano-Trento, 7-15 settembre 1930, Vol. I.

conquistato alla Grande Madre sotto la guida del Re vittorioso, mentre il segnacolo della Patria sventola sicuro sul Brennero e al compimento dei nostri destini, presiede e provvede la mente vigile e alerte del Duce.

Il tema del mio breve discorso è: «Fenomeni accompagnanti le radiotrasmissioni». Tema vasto e che richiederebbe per una trattazione, sia pure incompleta, ben altro tempo di quello qui a mia disposizione. Io parlerò quindi di alcuni soltanto dei molti fenomeni che accompagnano le radiotrasmissioni e in modo alquanto sommario ed elementare.

Le numerose successive scoperte di tanti fatti nuovi ed interessanti, riguardo alla propagazione di manifestazioni elettriche, e lo studio delle proprietà del comportamento dello spazio attraverso il quale le onde elettriche possono essere trasmesse, hanno aperto nuovi, vasti e fertili campi di utile ricerca che ci fanno sempre più efficacemente scrutare negli sterminati orizzonti di conquista per la trasmissione a qualsiasi distanza sulla nostra terra, e anche oltre, del pensiero umano, della parola parlata e scritta, dei suoni e della musica, del controllo di energia a distanza e forse anche, un giorno, dell'energia stessa.

Circa ventinove anni fa, e precisamente nel dicembre del 1901, io potei scoprire la possibilità di trasmettere le onde elettriche a grandissime distanze e cioè fra l'Europa e l'America. Questa scoperta fu di grande importanza, non solo dal lato pratico, bensì anche da quello teori-

co, perchè insino ad allora pressochè tutti i fisici credevano che le onde elettriche scoperte da Hertz si sarebbero comportate presso a poco come quelle luminose e che quindi gli ostacoli e la curvatura della terra ne avrebbero inesorabilmente impedito la trasmissione lungo la superficie del globo a distanze superiori a qualche diecina o centinaia di chilometri.

Il successo delle prime trasmissioni radiotelegrafiche transatlantiche, confermando le mie ipotesi, mi convinse che molto probabilmente non vi sarebbero più distanze al mondo attraverso le quali non sarebbe possibile la trasmissione del pensiero umano, per mezzo delle onde elettriche, senza l'ausilio di conduttori artificiali.

A quel tempo però mancava una razionale teoria che spiegasse come queste radiazioni elettriche potessero seguire la curvatura della terra e raggiungere lontanissimi paesi. Parecchi fisici matematici (fra i quali il Raleigh, che nel 1903 lesse in proposito una memoria alla Società Reale di Londra), riferendosi ai risultati che avevo ottenuto a distanza di parecchie migliaia di chilometri, dimostrarono col calcolo che tali risultati non potevano spiegarsi col fenomeno della diffrazione pura e semplice.

Altre esperienze che potei eseguire nell'Atlantico sul piroscafo *Philadelphia* durante il mese di febbraio del 1902, mi permisero di scoprire un altro fenomeno di una certa importanza, è cioè che con le onde di circa 2000 metri, da me allora adoperate, le distanze di trasmissio-

ne erano durante la notte parecchie volte maggiori che durante il giorno, il che faceva supporre che la luce solare limitasse grandemente la portata di propagazione delle onde elettriche nello spazio. Ciò, a sua volta, indicava o un assorbimento dell'energia delle onde elettriche causato dalla luce solare, oppure una variazione nelle condizioni che permettevano alle onde stesse di raggiungere le massime distanze[62].

Il fenomeno era particolarmente interessante perchè prove eseguite attraverso distanze assai più brevi, ove non subentrava la curvatura della terra, non avevano mai dato alcun accenno di variazioni nell'intensità dei segnali o nella portata, che si potessero attribuire agli effetti della luce solare.

Il matematico Heaviside in Inghilterra ed il fisico Kennelly in America furono i primi a lanciare l'ipotesi, presto universalmente accettata, che ad una certa altezza, a quel tempo non bene determinata, dovesse esistere uno strato di ionizzazione dell'atmosfera, ovvero uno strato conduttore costituente una specie di involucro concentrico alla superficie del nostro globo, involucro capace di riflettere o deflettere le onde elettriche in maniera tale da obbligare a seguire la curvatura della terra impedendone la irradiazione ed il disperdimento negli spazi infiniti.

---

[62] «Proceedings of The Royal Society», vol. 70, pag. 344, 1902.

L'ipotesi dell'Heaviside fu studiata ed ampliata da molti scienziati, fra i quali Poincaré, Raleigh, Thomson, Macdonald, Sommerfeld, Zenneck, Eccles, Appleton, Eckersley e tanti altri. Il Loewestein, in una memoria pubblicata nei «Proceedings of the Institute of Radio Engineers» di New-York del giugno 1916, espresse l'ipotesi dell'esistenza di tre strati che potevano influenzare la propagazione delle onde elettriche: uno all'altezza di 11 chilometri dalla terra e gli altri due, rispettivamente, a 75 e 220 chilometri. Questa ipotesi si avvicina alquanto ai concetti più moderni che non solo suppongono l'esistenza di molteplici zone o strati capaci di riflettere o piegare le onde elettriche, ma anche che queste zone variino di altezza e di distanza dalla terra a diverse ore del giorno, con le stagioni, e a seconda della loro ionizzazione o composizione dovuta, a sua volta, agli effetti della luce, all'attività elettrica e magnetica del Sole e forse ad altre cause ancora sconosciute[63].

La determinazione dell'altezza degli strati riflettenti o rifrangenti è stata e continua ad essere oggetto di laboriosi studi da parte di pazienti ricercatori fra cui Breit, Tuve e Dahl, Kenrick e Jen, che hanno presentato interessanti memorie al riguardo all'Institute of Radio Engineers di New-York[64].

---

[63] G. Marconi, «Atti della R. Accademia dei Lincei», vol. 3, pag. 78, 1916.

[64] «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», New-York, settembre 1928 e aprile 1929.

L'influenza di questi strati o zone spiegherebbe le variazioni di portata e di intensità delle diverse onde elettriche a seconda che queste si propaghino attraverso zone illuminate od oscure, o quando prevalgono speciali condizioni dell'attività solare; dal che di conseguenza deriva che, l'alternarsi delle stagioni e della luce del giorno all'oscurità della notte costituisce un elemento di primissima importanza per la determinazione delle onde più adatte alle radiotrasmissioni attraverso date distanze.

Al giorno d'oggi è necessario che il ricercatore delle proprietà delle onde elettriche e chi si occupa seriamente del progresso scientifico delle radiocomunicazioni si mantenga a contatto non solo con il lavoro dei fisici, dei matematici e degli elettrotecnici, ma anche con quello dei meteorologi e degli astronomi.

D'altra parte è probabile che presto i meteorologi, e forse anche gli astronomi, potranno alla lor volta attingere da noi, cultori della radio, notizie preziose, poichè i mezzi di ricerca adoperati nella scienza delle radiotrasmissioni sono già tanto potenti e svariati che permetteranno un giorno anche ai meteorologi di ottenere dati riguardanti talune parti dell'atmosfera e dello spazio circa le quali essi possiedono, al giorno d'oggi, ben poche e ben dubbie informazioni.

L'avvento delle onde corte, col loro raggio d'azione mondiale, ci ha fornito oltre che un incentivo anche un mezzo per studiare tanti interessanti fenomeni in manie-

ra assai più completa ed esauriente di quanto era possibile fare prima del loro avvento.

Quasi tutti oramai sanno che usando dei semplicissimi trasmettitori e ricevitori di onde corte, cioè di onde della lunghezza da 12 a circa 100 metri, è possibile, anche con l'impiego di poca energia elettrica, comunicare con l'Australia ed anche con gli antipodi quando le condizioni dell'atmosfera o dello spazio siano favorevoli; mentre con apparecchi perfezionati, impieganti maggiore energia con i sistemi di concentrazione della medesima detti sistemi a fascio, è possibile stabilire e mantenere servizi commerciali pressochè continui a tutte le ore del giorno, tanto per le trasmissioni radiotelegrafiche che per quelle radiotelefoniche, qualunque sia la distanza che separa le stazioni trasmittenti e riceventi.

Questi progressi ottenuti con l'impiego delle onde corte, le cui speciali e preziose proprietà furono in special modo da me studiate fin dal 1915 ed il cui uso pratico potei dimostrare e proporre fin dal 1922[65] hanno ora permesso alle radiotrasmissioni di vincere la concorrenza dei cavi, obbligando potenti organizzazioni, che posseggono più del 50% dei cavi sottomarini mondiali, a venire a patti con la organizzazione internazionale costituita per l'uso della Radiotelegrafia in Inghilterra.

I moderni impianti radiotelegrafici e radiotelefonici hanno permesso di estendere sempre più, mediante l'os-

---

[65] «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», New-York, vol. X, n. 4, agosto 1922.

servazione di fenomeni di difficile spiegazione, gli studi riguardanti la trasmissione delle onde; si è in tal modo ottenuta la constatazione di fenomeni sempre più interessanti, anche dal lato puramente scientifico, il cui studio, per le conclusioni che ne possono scaturire, è veramente affascinante.

Che le cosidette onde lunghe utilizzate per la Radiotelegrafia non seguissero sempre la via più breve tra stazioni lontane era stato notato fin dal 1922 da un mio assistente, l'ing. E. Tremellen. Le sue osservazioni furono eseguite, durante un viaggio attorno al mondo, per mezzo di speciali apparecchi trasmittenti e radiogoniometrici e provarono che in certi casi queste onde preferivano seguire una via lunga, uguale a circa i tre quarti della circonferenza terrestre, anzichè quella diretta e più breve uguale a un quarto della circonferenza medesima. Queste osservazioni furono da me riportate nella memoria che lessi innanzi all'Institute of Radio Engineers a New-York, il 20 giugno 1922[66].

Tale fenomeno è già da parecchio tempo praticamente utilizzato nelle stazioni moderne impieganti onde corte ed adibite alle trasmissioni a grandissime distanze. Infatti le stazioni inglesi del mio sistema a fascio, che fanno servizio pubblico tra l'Inghilterra e l'Australia, trasmettono le onde per la via più breve di circa 18.000 chilometri attraverso l'Europa e l'Asia, durante certe ore

---

[66] Op. cit.

del giorno, mentre durante altre ore la trasmissione viene diretta per la via più lunga di circa 22.000 chilometri attraverso l'Atlantico, il continente americano e l'Oceano Pacifico. Data la velocità delle onde elettriche, che è approssimativamente di 300.000 chilometri al minuto secondo, la trasmissione dei segnali anche per la via più lunga non porta, naturalmente, alcun apprezzabile ritardo, essendo la ricezione, per ogni effetto pratico, istantanea.

Segnali che evidentemente facevano il giro completo della terra furono notati da un altro mio assistente, l'ing. Langridge, nel luglio del 1925, mentre ascoltava a Brentwood, in Inghilterra, i segnali trasmessi su di un'onda di 25 metri dalla stazione di Poldhu.

Un interessante ed accurato studio di questo fenomeno è stato fatto nel 1926 dal Quack, che ha registrato il frequente ricorrere (nelle radiocomunicazioni ad onde corte) della percezione di un segnale secondario, o duplicato di segnale subito dopo la ricezione del segnale principale. Da misurazioni eseguite dal Quack, in base alla durata dell'intervallo di tempo fra la ricezione del segnale principale e la ricezione del segnale secondario, risulterebbe che le onde nel fare il giro del globo terracqueo compiono un percorso di 41.000 chilometri. Il fatto che questo percorso è alquanto maggiore della circonferenza terrestre indicherebbe che le onde elettriche subiscono delle riflessioni o rifrazioni fra uno strato riflettente e la terra, oppure che esse percorrono un circolo

massimo intorno alla terra situato a 182 chilometri di altezza[67].

È da notarsi che le trasmissioni che avvengono con i paesi più lontani, quelli cioè vicini agli antipodi, si effettuano molto spesso con maggiore facilità delle trasmissioni con paesi a distanze intermedie, cioè relativamente più vicini. Ciò avviene, non solo per il fenomeno del convergimento delle onde elettriche agli antipodi, bensì anche per il fatto che mediante il sistema a fascio le onde possono essere dirette per una via o per l'altra a volontà; se, per esempio, le condizioni per la via di levante non sono favorevoli, le onde possono essere dirette per la via di ponente.

Il fatto del convergimento delle onde elettriche agli antipodi, oramai sicuramente constatato e già subentrato nella pratica comune, era stato da me preveduto già 25 anni or sono, quando in una conferenza alla Royal Institution di Londra ebbi a dire che le radiotrasmissioni agli antipodi sarebbero state possibili con l'impiego di una energia elettrica relativamente piccola e quindi con una spesa proporzionalmente minore di quella che sarebbe stata necessaria per distanze intermedie[68].

Un fenomeno che ha molto appassionato gli studiosi è quello della ripetizione di segnali o echi elettrici, feno-

---

[67] E. Quack, «Zeitschrift über Hochfrequenztechnik», 28, 117, 1926.

[68] «Recent advances in Wireless Telegraphy», Royal Institution, 3 marzo 1905.

meno che si verifica specialmente con onde di una lunghezza compresa fra i 14 e i 20 metri. Premetto che questi echi, per quanto interessanti dal lato della ricerca scientifica, non sono affatto graditi nelle stazioni radiotelegrafiche, per la ragione che la ripetizione di segnali tende spesso a confondere o per lo meno a rendere meno chiara la ricezione dei messaggi. Molto studio è anzi stato svolto a bordo dell'*Elettra* ed in altre stazioni, non tanto per osservare gli effetti dei cosidetti echi, quanto per ideare dispositivi atti a sopprimerli.

Le ripetizioni di segnali il cui periodo di ritorno è più breve del tempo necessario alle onde elettriche per fare il giro completo della terra, sono state studiate dall'Eckersley[69], dal Van der Pol e da molti altri ricercatori. Ma vi sono ripetizioni di segnali o echi che indicherebbero percorsi assai differenti ed in alcuni casi enormemente maggiori della circonferenza terrestre. Tali echi sono stati frequentemente notati durante le esperienze di trasmissione e ricezione a lunga distanza fatte sul panfilo *Elettra* ed in molte altre stazioni ove ho eseguito ricerche. Io qui accennerò principalmente a quegli echi che hanno evidentemente attraversato grandissime distanze.

Se, per esempio, mediante un radiatore di onde corte trasmettiamo ad intervalli dei brevi impulsi o segnali, come sono i punti dell'alfabeto Morse, possiamo spesso, quando le condizioni siano favorevoli, sentire ed anche

[69] T. L. ECKERSLEY, «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», vol. 18, n. 1, January 1930.

registrare su di un ricevitore o dispositivo oscillografico, dopo un tempo che può variare da una frazione di secondo a parecchi secondi ed anche a minuti primi, una fedele ripetizione del medesimo segnale. Ciò indicherebbe che il nostro segnale, prima di far ritorno a noi ha percorso centinaia oppure migliaia oppure anche milioni di chilometri, a seconda della maggiore o minore brevità dell'intervallo intercorso fra la trasmissione del segnale e la percezione dell'eco.

Più frequentemente accade che una prima ripetizione di segnale ci giunga, come è stato osservato dal Quack, circa un settimo di secondo dopo la trasmissione del segnale originale e che altre ripetizioni si susseguano poi con lo stesso ritmo, ma indebolendosi sempre più; ciò indicherebbe che il nostro segnale ha fatto più volte il giro completo della terra impiegandovi giusto il tempo richiesto dalla velocità delle onde elettriche, che sappiamo essere esattamente uguale a quella della luce.

Come si spiegano questi fenomeni?

Anzitutto, per i segnali che pare facciano una o più volte il giro completo della terra, si è notato che il fenomeno avviene quando le condizioni dello spazio sono tali da causare solo un assorbimento minimo dell'energia dell'onda impiegata e queste condizioni si verificano specialmente vicino agli equinozi e verso le ore dell'alba e del tramonto alla stazione osservatrice.

Si è potuto inoltre constatare, mediante le indicazioni dei radiogoniometri che rivelano con precisione la dire-

zione di provenienza delle onde, che queste fanno il giro completo del globo seguendo di preferenza una zona di spazio esposta alla penombra della luce solare, la cosidetta zona crepuscolare.

Nel 1928 il prof. Störmer di Oslo annunziò di aver potuto confermare delle osservazioni fatte dall'ing. Hals, riguardo all'esistenza di radio-echi ricevuti parecchi secondi dopo la trasmissione di ciascun segnale. Dato che la velocità delle onde elettriche è di circa 300.000 chilometri al minuto secondo, è necessario supporre che le onde causanti l'eco percorrano in certi casi centinaia di migliaia di chilometri. Infatti, nel corso di una conferenza tenuta ad Edimburgo nel febbraio di questo anno, il prof. Störmer espresse il dubbio che alcune onde adoperate nelle varie trasmissioni, fossero riflesse dall'orbita della luna[70].

Studi precedenti del prof. Pedersen ed altri avevano indicato la possibilità che le onde cosidette corte, impiegate per la Radiotelegrafia, potevano, in certe circostanze, attraversare lo spazio di Heaviside ed emergere negli spazi interplanetari.

L'ipotesi dello Störmer è però che queste onde sono riflesse a grande distanza dal globo terrestre da strati elettrici o da elettroni proiettati dal sole. Particelle elettrizzate, provenienti dal sole, venendo a trovarsi sotto l'influenza del campo magnetico terrestre, verrebbero

[70] «Proceedings of the Royal Society of Edimburgh», vol. L., Part. II, n. 15, 1930.

piegate attorno ad una zona di forma toroidale a grande distanza dalla terra. Le onde elettriche irradiate dai nostri apparecchi, dopo aver attraversato lo strato di Heaviside, verrebbero fermate e riflesse verso la terra dalla superficie interna di questa zona.

Secondo il Pedersen, invece, e specialmente in riguardo agli echi il cui intervallo del segnale originale è maggiore di un minuto circa, è probabile che le onde vengano deviate o riflesse da strisce o zone di ioni situate al di fuori dell'influenza del campo magnetico terrestre, dotate di una sufficiente densità di elettroni ed atte a conseguire formazioni tali da servire da riflettori delle onde, le quali, dopo aver subìto una o più riflessioni, farebbero ritorno alla terra. È quindi possibile, sempre secondo il Pedersen, che gli echi di lungo intervallo siano causati da zone o strisce di ioni che, diramandosi dal sole, si estendano nello spazio ed agiscano sulle nostre onde elettriche a grandissima distanza della terra.

Ma vi è ancora di più. Secondo lo studio pubblicato dal Pedersen[71], al quale vorrei rimandare coloro che desiderassero approfondirsi in questa materia, si possono anche ottenere echi elettrici che indicherebbero che lo strato o zona riflettente si può trovare perfino alla distanza di 40 milioni di chilometri dalla terra.

---

[71] P. O. Pedersen Det Kgl, *Danske Videnskabernes Selskab. Mathematisk fysike Meddlelelser*, IX, 5, Copenhagen, 1929.

L'ing. Hals ha riferito di aver osservato questi echi dopo intervalli di 3 minuti e 15 secondi e perfino di 4 minuti e 20 secondi.

Se teniamo sempre presente il fatto che la velocità delle onde elettriche è di 300.000 chilometri al minuto secondo, queste osservazioni indicherebbero che la distanza da esse attraversata è rispettivamente di 58.500.000 e di 78 milioni di chilometri.

Settantotto milioni di chilometri! Se ciò corrisponde al vero, quale enorme progresso si sarebbe già compiuto dall'epoca delle mie prime esperienze, quando queste medesime onde si potevano percepire tutto al più ad una distanza di una ventina di metri!

È giusto però ricordare che alcuni fisici, come il Van der Pol, negano che le onde elettriche possano uscire dall'atmosfera terrestre ed attraversare così enormi distanze. Essi spiegano il ritardo dei segnali di eco o di ritorno con l'ipotesi che esso sia causato da una speciale distribuzione elettronica dello strato di Heaviside capace di grandemente ridurre la velocità di gruppo in rispetto alla velocità di fase. Ma questa spiegazione è impugnata da parecchi scienziati, fra cui il Pedersen. Alle ipotesi di questo ultimo io sono piuttosto favorevole, giacchè non vedo la ragione per cui debba escludersi la possibilità che onde di una certa frequenza da noi trasmesse attraversino lo strato di Heaviside o altri strati, visto che questi strati sono tutti attraversati da una molteplicità di

fenomeni, di effetti e di onde che pervengono fino a noi dal sole, primissimi fra essi il calore e la luce.

Un importante studio sulle teorie della propagazione delle onde elettriche è stato fatto e pubblicato dal prof. G. Vanni[72] ed un interessante compendio di studi fatti sullo stesso argomento è stato compilato dall'ing. Raffaele Marsili[73].

Per spiegare il fenomeno della trasmissione delle onde elettriche a grandi distanze sulla terra è necessaria l'ipotesi non già di un solo strato conducente, rifrangente o riflettente, bensì di parecchi di questi strati, e per spiegare molti fenomeni di eco occorre immaginare ancora altri strati a distanza di migliaia o milioni di chilometri, capaci di rifrangere o riflettere le onde elettriche ora utilizzate nelle radiotrasmissioni.

Osservazioni recenti fanno credere che la zona o quota in cui normalmente viaggia l'onda elettrica quando questa percorre grandi distanze, sia funzione della lunghezza o frequenza d'oscillazione dell'onda stessa. Ma di importanza capitale a questo riguardo è anche l'angolo, rispetto alla superficie della terra, secondo il quale vengono irradiate o proiettate le onde dalle stazioni trasmittenti.

Studi fatti su tale argomento ed anche in riguardo all'angolo di arrivo delle onde provenienti da stazioni lon-

---

[72] Prof. GIUSEPPE VANNI, «Rivista Radio», n. 2-3, 1929.

[73] Ing. RAFFAELE MARSILI, *Dati e Memorie sulle Radiocomunicazioni*. Consiglio Nazionale delle Ricerche.

tane, hanno non solo facilitato il raggiungimento di sempre migliori e più regolari comunicazioni fra distanti paesi, ma ci hanno dato un mezzo, direi quasi, per esplorare elettricamente lo spazio attorno a noi e determinare l'altezza e le variazioni di altezza del cosidetto strato di Heaviside, come pure di altre zone o strati esistenti a distanza più o meno grande della terra, zone che agevolano od ostacolano la trasmissione delle onde di varia lunghezza a determinate distanze.

Per le trasmissioni radiotelefoniche pubbliche ora effettuate in modo regolare tra l'Italia e la Sardegna decisi di impiegare un'onda cortissima di meno di 10 metri (30.604 kilocicli), onda mai prima usata per servizi continui e commerciali. Da misurazioni recentissime fatte, sembrerebbe che lungo il percorso fra la Sardegna ed il continente italiano, quest'onda venga rifratta e contenuta in uno spazio compreso fra la superficie della terra ed uno strato situato assai più basso dello strato di Heaviside. Che sia esso quello già indicato dal Loewenstein all'altezza di solo 11 chilometri?

Anche presso queste stazioni si è constatato con certezza, pochi giorni or sono, l'esistenza di echi, mai prima osservati, a quanto mi consta, con onde così corte.

Osservazioni sul comportamento di onde più lunghe di 10 metri, sembrano avere stabilito che queste non sono confinate ad uno spazio ristretto vicino alla terra.

La propagazione delle onde elettriche attraverso le grandi distanze dipende ancora da una serie di incognite

che vanno indagate e che hanno apparentemente a che fare con le forze elettriche e magnetiche dell'universo, fra le quali non bisogna dimenticare le aurore boreali e sopratutto il nostro Sole onnipotente. Chissà dove ci condurranno queste ricerche?

Nella pratica moderna delle radiocomunicazioni gli echi hanno già un'importanza considerevole. Se non esercitano un'azione seriamente dannosa sulla Radiotelegrafia e sulla Radiotelefonia, essi esercitano tuttavia un'azione deleteria sulla radiotrasmissione delle immagini e nella televisione a grande distanza, per la ragione che queste ripartizioni di impulsi e di segnali tendono ad offuscare e confondere le immagini.

L'Eckersley[74], in una sua memoria, tratta assai diffusamente dell'effetto degli echi o segnali multipli, e fornisce grafici che dimostrano gli effetti di questo fenomeno che, assieme alle variazioni di intensità nei segnali, costituisce il principale ostacolo alla relazione pratica di quella nuova meraviglia che è la visione a distanza o televisione.

Importantissime ricerche su questo argomento sono ora in corso in molte parti del mondo, e sono certo che i progressi recentemente conseguiti nella stabilizzazione delle frequenze e nella trasmissione e ricezione delle onde a fascio, tenderanno a fare sormontare le difficoltà

[74] T. L. ECKERSLEY, op. cit.

che ancora si oppongono alla realizzazione pratica della televisione a grande distanza.

In conclusione posso dire che siamo ben lungi dal sapere come pienamente utilizzare le portentose possibilità che ci offrono le onde elettriche. Però le nostre cognizioni sul comportamento di queste onde, come su quello dello spazio che ci attornia, aumentano ogni giorno, pur lasciando in moltissimi di noi l'impressione che, in proporzione per lo meno uguale, si estende anche il campo delle cognizioni che ci restano ancora da acquisire.

Le grandi conquiste già fatte ci permettono tuttavia di asserire oramai con certezza che, per mezzo delle onde elettriche, l'umanità non solo ha a sua disposizione un nuovo e potente mezzo di ricerca scientifica, ma sta conquistando una nuova forza e utilizzando una nuova arma di civiltà e di progresso che non conosce frontiere e può perfino spingersi negli spazi infiniti ove mai prima di ora, forse, è potuto penetrare il palpito o una qualsiasi manifestazione dell'attività e del pensiero dell'uomo.

Questa nuova forza, la quale sta prendendo una parte sempre più decisiva nella evoluzione della civiltà umana, è certo destinata al bene generale col promuovere la reciproca conoscenza tra i popoli, favorendo in tal modo la pace, permettendoci di sempre più soddisfare un desiderio essenzialmente umano, quello, cioè, di poter comunicare fra di noi con facilità e rapidità, annientando

quell'elemento potente di separazione che si chiama distanza.

LA RICERCA SCIENTIFICA E LA CRISI ODIERNA[75]

La Rivista del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che fu intitolata «La Ricerca scientifica» inizia la sua vita regolare in un momento grave e preoccupante per l'umanità. Noi abbiamo però piena fiducia che questo difficile periodo passerà presto, se gli uomini di buona volontà sapranno reagire energicamente al pessimismo, e siamo convinti che l'aiuto della ricerca scientifica organizzata sarà notevolissimo per raggiungere tale risultato.

Cerchiamo di precisare anzitutto in che cosa consiste la crisi. È una crisi della natura?

Lo possiamo escludere senz'altro. La terra fertile ha prodotto grano, frutta, mangimi, materie prime, senza sosta e senza rallentamento, anzi con maggiore abbondanza e ritmo sempre più celere. L'umanità potrebbe felicemente godere del bene che Dio ha benignamente largito.

[75] In «La ricerca scientifica ed il progresso tecnico nell'economia nazionale», Roma, 1932, anno III, n. 2.

Ciò nonostante ci troviamo di fronte ad una delle più grandi crisi che la storia ricordi; una moltitudine di uomini soffre senza lavoro e di conseguenza senza mezzi di sussistenza; il tenore di vita si è rapidamente abbassato. E ciò mentre grandi quantità di derrate e di merci esistono inutili nei magazzini e molte vengono perfino distrutte senza godimento di alcuno.

Le cause sono evidentemente numerose e complesse e in gran parte sfuggono all'acume degli uomini.

Però queste cause le possiamo far dipendere per la massima parte, e senza paura di equivoco, dagli errori degli uomini stessi, oggi in preda ad un pessimismo senza limiti e in gran parte ad un egoismo senza precedenti.

A questo stato di cose l'umanità deve reagire se vuole salvare la civiltà. Occorre che tutti i paesi ricordino che la vita di uno è legata alla vita degli altri e che le leggi della natura non consentono che uno sia felice in mezzo agli infelici, nè uno contento fra malcontenti.

Come può la scienza spingere l'umanità ad uscire da questa grave situazione? Le risorse della scienza per aiutare l'uomo nella vita pratica sono infinite, mentre forse non sarà lontano il giorno in cui l'uomo riuscirà a governare nuove forze della natura, a lui ignote e insospettate.

La scienza e la ricerca scientifica devono anzitutto inspirarsi al concetto che il progresso deve dare lavoro agli uomini, non toglierlo o concentrarlo in pochi, poichè il lavoro è per gli uomini scopo della vita, godimen-

to ed orgoglio. Una società che abbia pochi uomini che lavorano e molti che non lavorano e che, destinati ad un abbrutimento progressivo, vivano a spese degli altri, è una società viziata e i popoli in queste condizioni non crescono ma deperiscono, mentre la legge etica impone alla società di aumentare e di migliorarsi.

La ricerca scientifica non deve quindi portare a uno sviluppo sempre maggiore di macchine, come in un primo momento è sembrato utile, guidate da pochi privilegiati, per l'unico scopo di sostituire il lavoro degli uomini; la ricerca scientifica deve portare invece ad una migliore utilizzazione delle materie prime, ad un perfezionamento dei metodi di produzione, all'aumento ed al miglioramento del prodotto e alla diminuzione del suo costo ottenuti con l'affinamento della mano d'opera, aiutata da macchine che ne diminuiscano lo sforzo materiale, e lo rendano più duttile e più elastico, e che obblighino l'uomo ad un impiego sempre più elevato della sua intelligenza; non rendendo inutile questa, abbrutendolo. Ed i nuovi bisogni di questa società più evoluta obbligheranno ad impiegare altri uomini equamente retribuiti, in modo che tutti godano del lavoro, che solo dà all'uomo la dignità e la gioia di vivere.

*

* *

Se noi esaminiamo il bilancio delle ricerche scientifiche che appassionano gli studiosi, noi troviamo che i campi aperti sono vastissimi e che ormai anche le ricer-

che considerate dapprima del tutto teoriche hanno una grande probabilità di portare al progresso del benessere umano.

Scegliamo a caso alcuni esempi caratteristici: i maggiori progressi dell'ingegneria moderna sono dovuti alle leghe d'acciaio con alcuni metalli rari, leghe considerate dapprima curiosità senza importanza pratica, alla lampadina a gas di tungsteno quattro volte più efficiente della migliore lampadina a filamento di carbone, alla valvola termoionica che ha sviluppato enormemente il sistema delle comunicazioni di tutto il mondo, e via di seguito.

La medicina con le sue ricerche ha aumentato la durata della vita e migliorato la salute degli uomini, mentre ha diminuito e spesso soppresso il dolore.

La biologia e la chimica vanno aumentando e migliorando il prodotto della terra, che fedelmente ubbidisce e risponde con prodotti sempre migliori e più abbondanti.

La ricerca scientifica, agli uomini di buona volontà, può dare tutto quello che loro occorre per vivere contenti su questa terra, elevandone il livello intellettuale per quanto lo può comportare il grande mistero della vita, che solo la fede illimitata in Dio ci permette di sopportare.

La ricerca scientifica deve distribuire equamente il lavoro a tutti gli uomini e deve renderlo sempre più facile e più giustamente retribuito rendendolo anche un godimento; questo è il suo còmpito vero, nobilissimo.

SCIENZA E FASCISMO[76]

Non sono mai riuscito a ben comprendere come in alcuni ambienti stranieri si sia formata e diffusa la leggenda della poca simpatia del Fascismo per la scienza ed in genere per la cultura.

Nulla di più ingiusto di questa falsa leggenda. Nè il Fascismo come dottrina, nè il Fascismo come regime di governo, ha mai avversata la scienza e tanto meno la cultura. Anzi io mi propongo di dimostrare come la organizzazione e l'incoraggiamento che il Governo fascista ha dato alla scienza ed alla ricerca scientifica, su cui la scienza tutta si appoggia, sieno razionali e fecondi di risultati.

Oggi, sempre più la scienza è ritenuta non solo il campo dove la intelligenza umana si afferma e si innalza verso Dio, ma anche il mezzo per aumentare il benessere degli uomini, per renderli più buoni e più felici, se di felicità si può parlare in questa vita così misteriosa nella sua essenza.

I fenomeni sociali ed economici e di conseguenza i fattori politici sono ognora più influenzati dalle conqui-

[76] Da «Il Popolo d'Italia», 28 ottobre 1932–X.

ste della scienza; la nobile gara dei ricercatori porta continuamente a risultati concreti che vengono utilizzati a beneficio dell'umanità.

Ecco perchè tutti i popoli, tutti i Governi si affannano a dare mezzi e nuove energie al silenzioso esercito dei loro uomini di scienza che con tenacia e con fede affrontano le lunghe vigilie della meditazione, dell'osservazione e dell'esperienza.

Il Governo fascista questo ha fatto, questo sta facendo, questo continuerà a fare.

Con visione chiara esso ha ritenuto che i focolari di cultura sono per un popolo elementi incalcolabili di forza. Sono di ieri le parole del Duce che assicurava che questi focolari, creati attraverso i secoli nelle nostre Università, spesso sormontando con pena difficoltà gravi, sempre documenti dell'alta civiltà di nostra gente, non saranno toccati. Il Regime fascista tende non a distruggere ma ad edificare.

Nonostante che i tempi sieno così duri per tutti, noi vediamo nelle Università un fervore di vita e di rinnovamento. Le nostre vecchie Università con sacrifici ingenti fatti dallo Stato, per quanto col generoso intervento degli Enti locali, per l'opera indefessa, piena di abnegazione, dei nostri studiosi, sono state, si può dire tutte rinnovate, con la visione lungimirante dell'alto significato che esse hanno nella vita di una Nazione, fiera delle loro mirabili tradizioni.

Ed è tutta un'opera vigile e appassionata da parte del Governo che nella direzione dell'Istruzione superiore ha una delle migliori e più benemerite sue amministrazioni.

Ricordo il documento col quale il Capo del Governo presentò al Parlamento il disegno di legge per l'assetto edilizio dell'Università di Roma, con cui venne risolta una vessata questione che si trascinava da anni troncando indugi e difficoltà che in altri tempi sarebbero stati insormontabili.

Ma il Governo fascista non limita la sua azione allo sviluppo ed al miglioramento delle Università.

Due grandi Istituti furono da esso fondati, con còmpiti diversi ma coordinati fra loro, con funzioni altissime per la vita scientifica del Paese; la Reale Accademia d'Italia ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La Reale Accademia d'Italia rappresenta, nella mente del Capo del Governo che la promosse, ripeto le sue stesse parole, un centro vivo della cultura nazionale, che alimenta e promuove il movimento intellettuale, secondo il genio e le tradizioni della nostra gente e ne diffonde l'efficacia oltre i confini della Patria e sopratutto contribuisce a formare quella comunione degli intelletti, con la quale è possibile agli Italiani affermare il primato nelle arti e nelle scienze che fu più volte nostro, riconducendoli verso quella universalità che è caratteristica dell'intelletto italiano e che rifulse attraverso Dante, Tommaso D'Aquino, Galileo e Leonardo da Vinci.

E questo concetto è tradotto in termini precisi nell'articolo della legge che istituisce la Reale Accademia d'Italia e ne determina i còmpiti:

«L'Accademia d'Italia ha per iscopo di promuovere e coordinare il movimento intellettuale italiano nel campo delle scienze, delle lettere e delle arti, di conservarne puro il carattere nazionale, secondo il genio e le tradizioni della stirpe, e di favorirne l'espansione e l'influsso oltre i confini dello Stato».

L'Accademia d'Italia è divisa in quattro Classi: Scienze morali e storiche, Scienze fisiche matematiche e naturali, Lettere, Arti. Il campo scientifico dell'Accademia è dunque riservato alle due prime Classi. Per le Scienze morali e storiche, fu coordinata alla Reale Accademia d'Italia, l'Unione Accademica Nazionale, la quale ha per iscopo la collaborazione italiana alle ricerche e pubblicazioni promosse dalla Unione Accademica Internazionale nell'ordine delle Scienze filologiche, storiche, morali, politiche e sociali.

Collegato con gli scopi della Reale Accademia d'Italia, ma nettamente distinto, è il còmpito ben definito del Consiglio delle Ricerche.

Il Capo del Governo nel suo messaggio, documento mirabile di lucidità e di chiarezza, che egli mi rivolse quando mi affidò l'incarico, così pieno di responsabilità, di governare quest'organo d'importanza fondamentale per l'economia del Paese, così diceva:

«La necessità di un coordinamento e di una disciplina nelle ricerche scientifiche, ora così intimamente legate al progresso tecnico ed economico del paese, mi spinse a costituire un organo bene attrezzato a questo altissimo còmpito nazionale.

«La geniale invenzione nasce quasi sempre nel cervello dell'uomo isolato, ma solo l'opera tenace di pazienti ricercatori, con mezzi larghi ed adatti, può efficacemente svilupparla ed utilizzarla. Un Paese come il nostro, povero di materie prime, denso di popolazione, ha assoluto bisogno di una rigida organizzazione per poter risolvere rapidamente ardui problemi, per evitare sperperi d'energia, di denaro e di tempo.

«Al Consiglio Nazionale delle Ricerche ho affidato questo compito pieno di responsabilità. Esso può contare, nell'aspra sua opera, su tutto il mio appoggio».

Infatti nella lotta, ora divenuta così intensa fra i popoli, per la conquista del benessere, l'importanza della ricerca scientifica è decisiva. Se nel cervello dell'uomo isolato nasce quasi sempre l'idea geniale, è solo l'esercito dei pazienti ricercatori nei ben attrezzati laboratori, che può dare le armi ad un popolo per vincere nella dura lotta economica. È quest'esercito che può dare la riduzione dei costi di produzione per le industrie, la fertilità del suolo, l'indipendenza dalle risorse naturali degli altri paesi meglio dotati dalla natura, la tranquillità della sicurezza.

La riserva scientifica è una continua avanzata di questo piccolo esercito di ricercatori; ottenuto un risultato, un altro se ne profila immediatamente.

Tutto è da aspettarsi in questo campo. È perciò che l'organizzazione della ricerca scientifica è ora una delle necessità più urgenti per un popolo. La vediamo in tutti i Paesi intensissima, in alcuni affannosa. Questo è il còmpito del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Appare quindi chiaramente che di tutti i mezzi, di cui un Governo dispone, per aiutare lo sviluppo scientifico di un Paese, il Governo fascista ha usato largamente ed efficacemente. Ha onorato la Scienza e gli studiosi, ha aiutato i centri di cultura, permettendo per alcuni di essi il rinnovamento completo, come nessun Governo precedente era mai riuscito di fare, ha istituito infine e curato con provvedimenti sagaci e coordinati i due grandi Istituti ai quali affidò il còmpito di centri propulsori della scienza italiana, l'Accademia d'Italia per le scienze speculative, e l'alta coltura in generale, il Consiglio Nazionale delle Ricerche per le scienze sperimentali e le loro applicazioni alla vita pratica ed economica del Paese.

Con una recente legge infine il Governo fascista ha disposto che il parere del Consiglio sia obbligatorio per i regolamenti proposti dalle varie Amministrazioni dello Stato su argomenti tecnici e scientifici. In tal modo il Consiglio ha assunto le funzioni altissime di principale organico tecnico consultivo dello Stato.

Noi troviamo in tutto ciò un ordine e un'armonia di criterio e di indirizzo evidenti, l'indice di un sistema e di un piano già ben delineato e che va sempre più organicamente sviluppandosi.

*
* *

Nel campo internazionale l'Italia fa ora parte di due grandi organismi tecnico-scientifici: l'Unione Accademica Internazionale ed il Consiglio Internazionale delle Unioni scientifiche. La partecipazione dell'Italia ai lavori dell'Unione Accademica Internazionale fu attiva e invero notevole. Sia per il *Corpus vasorum Italiae*, sia per la *Forma Italiae*, sia per il *Dizionario della latinità del medio evo*, per opera di valorosi studiosi, l'Italia figura in uno dei posti più degni. Il Consiglio delle Unioni scientifiche rimpiazza l'antico Consiglio Internazionale delle Ricerche che per un complesso di ragioni non era riuscito ad adempiere efficacemente ai còmpiti per i quali era stato istituito e dal quale l'Italia s'era ritirata fin dal 1930. Il nuovo istituto, sorto con un'organizzazione profondamente diversa, merita invece tutta la nostra fiducia, e riteniamo specialmente utile ed efficace l'iniziativa che sta ora attuandosi, di costituire un grande Comitato Internazionale per lo studio degli strumenti scientifici e dei metodi di ricerca. Il Consiglio, in una recente riunione tenuta a Londra dal suo Comitato esecutivo, ha anche affrontata la questione dei rapporti con gli organismi scientifici dipendenti dalla lega delle Nazioni e

un'apposita Commissione di tre membri, fra cui il prof. Magrini del nostro Consiglio delle Ricerche, fu incaricata degli accordi relativi già ora in parte conclusi collo scopo di evitare nel campo internazionale interferenze e duplicazioni nel trattare le stesse questioni.

L'Italia partecipa attivamente ai lavori delle diverse Unioni del Consiglio in modo che nelle Assemblee che si riuniscono periodicamente il nostro Paese è sempre degnamente rappresentato.

Anche per i Congressi scientifici, sia per i nazionali, sia per gli internazionali che si riuniscono in Italia, è stata studiata e tradotta in atto una procedura che tende ad assicurarne la disciplina affinchè essi riescano veramente utili all'incremento della scienza ed una giusta distribuzione per le diverse materie, nel tempo e nelle sedi di riunione.

Così pure le delegazioni italiane che sono inviate a rappresentare il nostro Governo e la scienza italiana nei Congressi internazionali, ai quali il nostro Paese partecipa ufficialmente, sono scelte con cura particolare e ad esse viene sempre assegnato un capo responsabile. In questo modo sono stati in gran parte eliminati i gravi inconvenienti che di frequente si verificavano in altri tempi, quando le rappresentanze italiane mancavano spesso di qualsiasi affiatamento e fra Italiani partecipanti al Congresso si avevano atteggiamenti nettamente contraddittori, senza alcun senso di disciplina nazionale.

Anche per la tutela e l'incoraggiamento degli inventori meritevoli un notevole passo avanti ha compiuto il Governo fascista. Da una parte la nuova legislazione sulla proprietà intellettuale costituirà un progresso notevole in questo senso, ma sopratutto è con l'unificazione dell'esame delle invenzioni, ormai realizzata per l'iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che il problema fu portato sul terreno pratico.

Questa è l'opera del Governo.

*
* *

Esaminiamo ora come hanno funzionato i nuovi organi ai quali il Governo fascista affidò lo sviluppo scientifico del Paese.

Non credo di soffermarmi sull'opera di dettaglio svolta dalla Reale Accademia d'Italia per l'incremento delle scienze.

Con premi cospicui a studiosi meritevoli, con pubblicazioni di lavori di notevole importanza, con borse di studio, la sua opera è vasta e complessa; ricordo la decisione recente di pubblicare le opere dello Spallanzani.

Ma basterebbe il Convegno di fisica nucleare convocato dall'Accademia a cura della Fondazione Volta, avvenimento di importanza scientifica in vero eccezionale, per mettere in evidenza l'azione efficacissima svolta per il progresso della scienza.

Al Convegno dedicato al tema sulla Fisica nucleare furono invitati e parteciparono circa quaranta scienziati

italiani e stranieri, fra i quali alcuni dei maggiori che nel mondo si affaticano sui problemi della fisica teorica. Il tema trattato «Nuclei ed elettroni» fu di altissima importanza perchè concerneva la struttura dell'atomo, ritenuto base materiale di tutto il creato.

I risultati di queste ricerche ci riportano al concetto positivo, del resto antichissimo, della unità della materia, che era in fondo la idea degli alchimisti tanto derisi dai grandi chimici e scienziati del secolo scorso.

Già si è potuto ottenere l'idrogeno dall'azoto, dall'alluminio e da altri elementi, dimostrando brillantemente, una volta per sempre, che la trasmutazione degli elementi non è più un'utopia, ma è già diventata, per quanto finora entro limiti ristretti, possibile. Ora, dove ci porterà il futuro? La grande importanza di questi studi elevati è ancora difficile oggi a valutarsi.

Ma è vanto della Reale Accademia di avere chiamato da ogni parte del mondo gli scienziati più illustri a trattare e a discutere di questo argomento. Molti chiedono se un giorno sarà possibile utilizzare l'energia veramente enorme contenuta nei nuclei degli atomi. Noi questo ancora non sappiamo; ma molti hanno piena fiducia che nel nucleo atomico sieno celati tesori immensi che potranno, in un futuro prossimo o lontano, essere utilizzati a beneficio dell'umanità.

*

* *

Al Consiglio Nazionale delle Ricerche il Capo del Governo affidò il còmpito delicatissimo del coordinamento e della disciplina delle ricerche scientifiche.

In Italia mancavano i grandi Laboratori che in molti altri Paesi diedero modo di sviluppare intensamente le applicazioni scientifiche a favore della economia generale del Paese. Ma il Consiglio, pure proponendosi subito, come essenziale per la sua attività, l'impianto di almeno tre grandi laboratori, uno per la Fisica, uno per la Chimica, uno per la Biologia, dove si potessero affrontare i problemi di queste scienze che hanno bisogno di mezzi speciali di indagini e per i quali i laboratori esistenti non sono attrezzati, decise di iniziare senza ritardo, la esecuzione di programmi pratici di ricerche, utilizzando il più possibile i Laboratori scientifici delle R. Università, delle Scuole d'Ingegneria e delle altre Scuole Superiori, gli altri Laboratori dello Stato ed anche di Ditte industriali.

Si può dire che ormai il terzo ciclo annuale di ricerche stia per compiersi ed i risultati ottenuti sono dei più soddisfacenti.

Un programma di massima per le ricerche sperimentali più importanti per l'economia del nostro Paese, fu accuratamente preparato, e dei problemi messi allo studio accennerò ai più importanti: uso dell'alcool come carburante, utilizzazione degli antidetonanti, utilizzazione economica dei combustibili solidi, adattamento dei forni e delle caldaie a tipi di combustibili poveri.

Un secondo gruppo considera: la produzione della cellulosa, la preparazione della glicerina per fermentazione, la possibilità d'impiego dei lubrificanti nazionali.

Un terzo gruppo: i metodi più adatti per l'arricchimento dei minerali poveri nazionali, la lavorazione completa in Italia dei minerali italiani, l'utilizzazione agrario-industriale della leucite, la fabbricazione del vetro speciale di ottica, gli alti refrattari, le applicazioni termiche dell'energia elettrica, le leghe leggere ed ultra leggere, gli acciai speciali.

Un quarto gruppo: i problemi dell'alimentazione del bestiame, lo sviluppo intensivo della avicoltura, i problemi della fertilizzazione del suolo con speciale riguardo alle condizioni dell'Italia meridionale ed insulare, la depurazione e l'utilizzazione delle acque di rifiuto, il trattamento e l'utilizzazione delle spazzature cittadine, l'utilizzazione integrale degli agrumi.

Un quinto gruppo infine comprende gli studi per l'utilizzazione del patrimonio idroterapico, la difesa contro la febbre tifoide, la difesa dell'infanzia dalle malattie gastroenteriche, il rapporto fra l'alimentazione e il gozzo.

È questo un arido ma interessante elenco di argomenti sui quali il Consiglio delle Ricerche iniziò ricerche sistematiche, programma vasto e complesso, al cui svolgimento il Consiglio ha dato un'azione continua, già densa di risultati concreti, in un silenzio operoso e fattivo.

Fu in seguito, infatti, alle ricerche sperimentali del Consiglio delle Ricerche che fu promulgato il provvedi-

mento legislativo per la miscela alcool-benzina al 20% di alcool. E quando l'Istituto Nazionale per l'Esportazione richiamò l'attenzione del Consiglio delle Ricerche sulla situazione di disagio creata all'industria delle essenze dalla necessità di ricorrere al lavoro a macchina invece di quello a mano, per abbassare il costo di produzione, il Consiglio ha affrontato il problema, ha precisato le cause di deprezzamento delle essenze ottenute a macchina, le ha eliminate e ha suggerito il modo di produrre tipi che si identificano quasi con i prodotti a spugna. E così ancora in tanti altri casi.

Questa opera efficace è molto facilitata dal lavoro di alcune Commissioni istituite per lo studio dei problemi più importanti, Commissioni di specialisti che provano e che sperimentano e che discutono insieme i risultati delle loro prove e delle loro esperienze; alcune con carattere permanente come la Commissione per i problemi dei combustibili, la Commissione per i problemi dei fertilizzanti, la Commissione per i problemi dell'alimentazione.

Di recente fu istituita un'altra Commissione permanente che si occupa della valorizzazione del nostro magnifico patrimonio di acque minerali. Altre Commissioni si occupano di particolari problemi, come quella da poco istituita per studiare il modo di impiegare l'olio d'oliva come lubrificante, come un'altra che sta eseguendo ricerche sperimentali, che hanno già dato interessantissimi risultati, sulle corrosioni prodotte dalle correnti vaganti negli impianti cittadini.

Per alcune ricerche di particolare urgenza, quando erano deficienti i mezzi sperimentali, il Consiglio provvide già alla creazione di appositi istituti.

Ricordo il Centro Radiotecnico Sperimentale costruito a Torre Chiaruccia presso Santa Marinella e l'Istituto Nazionale di Ottica fondato ad Arcetri presso Firenze. Altri istituti, attrezzati per particolari ricerche, stanno per essere creati.

Ma non solo con le ricerche sperimentali il Consiglio svolge la sua azione; esso si preoccupò di creare alcuni servizi la cui mancanza in Italia costituiva una causa di debolezza per la nostra organizzazione economica e per il progresso scientifico e industriale del nostro Paese.

Fu istituito e ha già iniziato in Roma il suo funzionamento il Centro Nazionale di notizie tecniche. Esso raccoglie e coordina, ricavandole dal maggior numero possibile di fonti, le notizie relative alle ricerche scientifiche e tecniche in corso nei diversi Paesi, ai brevetti, ai risultati dei Congressi internazionali e nazionali, alle pubblicazioni e in generale ai progressi realizzati nei vari campi dell'industria.

Tali notizie, mediante anche un largo uso della riproduzione fotografica, possono essere inviate agli interessati che le richiedano.

La Bibliografia scientifica tecnica italiana viene pubblicata ormai con grande regolarità per le seguenti discipline, riunite in cinque gruppi: Astronomia, Matematica, Fisica, Chimica, Geodesia e Geofisica, Geografia, Geo-

logia, Biologia, Medicina, Ingegneria, Industria, Difesa nazionale, Agricoltura.

L'importanza di questa pubblicazione è veramente notevole; specialmente dall'estero sono giunte numerose manifestazioni di plauso e richieste continue che mostrano quanto sia apprezzata quest'opera poderosa alla quale partecipano tutti i Comitati tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Colla pubblicazione della Bibliografia fu inoltre possibile di riunire la collezione veramente completa di tutte le Riviste che si pubblicano in Italia, raccolta che non si trova in alcuna delle nostre Biblioteche.

Altro organo che sta per iniziare il suo funzionamento è l'Istituto Centrale di Calcolo, al quale possono essere richiesti lo studio e la soluzione dei problemi d'analisi matematica, che sorgono nelle scienze sperimentali e nelle applicazioni pratiche di tali scienze, con la condizione di pervenire a formule risolutive valutabili numericamente, con un assegnato grado di approssimazione.

L'Istituto si occupa anche di còmpiti più modesti con l'esecuzione e la verifica di calcoli tecnici di ogni genere, e noi sappiamo quanto utile sarà per molte amministrazioni ricorrere a un organo di controllo di tal genere.

Non voglio passare sotto silenzio anche un'opera assai delicata e complessa cui sta ora attendendo il Consiglio delle Ricerche per desiderio del Capo del Governo: la raccolta cioè del maggior numero di cimeli dei nostri grandi uomini di scienza, che con le loro geniali inven-

zioni portarono l'Italia ad uno dei primi posti fra le Nazioni benemerite della cultura e del progresso dell'umanità. Una raccolta di questi cimeli figurerà all'esposizione di Chicago del prossimo anno e poi sarà conservata a documentare la grandezza della nostra stirpe nel grande Museo delle Scienze che la Nazione americana sta organizzando a Chicago.

Voglio ricordare ancora il grande *Trattato di Fisica* che il Comitato nazionale per la Fisica sta preparando, e prima di finire questo breve esame delle attività svolte da questo organo fattivo, accennare pure all'opera assidua, tenace svolta per la preparazione di abili ricercatori con borse di studio, con premi, con l'invio all'estero, con aiuti di ogni genere a giovani meritevoli e all'azione, che sta concretandosi praticamente, in relazione al còmpito affidato al Consiglio dalla legge recente che ne modifica l'ordinamento, per aiutare efficacemente l'affermarsi dei buoni prodotti dell'industria italiana.

*
* *

Noi attraversiamo un periodo in cui la scienza si trova innanzi a problemi di interesse senza pari. Nella lotta per la conquista delle forze della natura, l'uomo si trova ora come un viandante che per valli e per boschi dopo lungo cammino crede di avere raggiunta la meta e si trova d'improvviso al sommo di un'altura da dove domina un vastissimo orizzonte, completamente nuovo per lui, dove non riesce ad orientarsi.

Il fisico della fine del secolo scorso, sicuro della sua scienza, non immaginava certo questo aprirsi smisurato di nuovi campi dove tutto è da rifare, mentre molti principî che egli riteneva canoni fondamentali sono crollati, molti altri sono traballanti.

Ricordo la singolare esperienza di Rutheford, in netta contraddizione con i principi della fisica che noi consideravamo come leggi e che dimostrò come in determinate circostanze l'atomo della materia ordinaria possa trasformarsi in un elemento diverso.

Ricordo il singolare mistero dei raggi cosmici di cui ignoriamo la provenienza e sospettiamo soltanto gli effetti, e che forse hanno una influenza sui fenomeni chimici e sui fatti biologici del tutto impreveduta.

Le onde elettriche cortissime che hanno dato fenomeni inaspettati nelle trasmissioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche stanno aprendo nuovi estesissimi campi alle applicazioni pratiche.

Anche nella biologia nuovi criteri, specie nel campo della genetica, aprono vastissimi orizzonti all'umanità; nella medicina è tutto un fervore di progresso, mentre la precisione sempre maggiore delle misure, i rapporti sempre più stretti fra la teoria e l'esperienza, i mezzi strumentali più potenti, rendono possibile un ritmo accelerato nella ricerca scientifica, dove ogni tanto balenano risultati insperati.

Valido aiuto sia all'industria, sia all'agricoltura, la scienza può compiere miracoli. Ed entrando in un campo pratico per il nostro Paese noi dobbiamo preoccuparci più che di ogni altra cosa, dell'agricoltura, fonte prima della sua forza.

Bisogna ottenere che la terra dia molto di più; essa deve dare tutto quanto occorre alla vita della nostra popolazione laboriosa e in continuo aumento, in aumento perchè sana di spirito e di corpo.

Il Consiglio delle Ricerche è pienamente convinto di ciò; esso si propone di agire con tutte le sue forze, perchè le risorse infinite della scienza portino a questo risultato, e noi sappiamo che molti problemi solo dalla scienza possono sperare una soluzione.

Còmpito quanto mai grave ed arduo. Ma per l'Italia anche un'altra esigenza rende il problema della ricerca scientifica più complesso che in molti altri Paesi. Noi vogliamo che la macchina aiuti l'uomo, ma non lo sostituisca; noi non possiamo trascurare le qualità più belle della nostra razza, la genialità e lo spirito di iniziativa, che l'impiego esagerato della macchina tende a comprimere, mentre noi tutti vogliamo che abbia sempre più a svilupparsi perchè sarà la fortuna della nostra gente che ci auguriamo sempre migliore. Non è il solo lato economico del problema che noi dobbiamo considerare, ma anche il lato sociale.

Io volevo dimostrarvi che in Italia esiste armonia d'intenti fra il Governo fascista e gli uomini di scienza, perchè il progresso scientifico del Paese non subisce soste, ma si sviluppa sempre più, ad elevare la cultura ad aumentare il benessere. Spero di esserci riuscito. Posso anche dirvi, perchè ne ho avuto più volte personalmente la prova, che il Capo del Governo non solo vede con grande simpatia l'opera degli scienziati e vuole incoraggiarla in tutti i modi, ma la considera, come tante volte ha ripetuto, essenziale per la forza e la grandezza dello Stato.

RADIOCOMUNICAZIONI A ONDE CORTISSIME[77]

Durante gli ultimi dodici mesi l'attenzione di una notevole parte del mondo scientifico e del pubblico è stata rivolta ai resoconti pubblicati – con vario grado di precisione – sulle mie recenti ricerche relative all'uso ed al comportamento delle onde elettriche ultra corte nelle radiocomunicazioni a distanze relativamente grandi.

Scopo di questa mia conferenza è di dare delle notizie esatte sui risultati ottenuti e sulle osservazioni fatte da me e dai miei assistenti e di descrivere gli apparecchi adoperati ed i metodi impiegati nelle mie ricerche.

Lo studio di quelle che possono essere chiamate onde cortissime, data sin dalla scoperta delle onde elettriche stesse e cioè dal tempo delle classiche esperienze di Hertz e dei suoi contemporanei, circa quarantadue anni or sono.

In molti dei suoi primi esperimenti Hertz usò onde elettriche cortissime e provò in modo conclusivo che tali

[77] Conferenza tenuta alla Royal Institution of Great Britain il 2 dicembre 1932.

onde seguivano le stesse leggi che regolano la velocità, la propagazione, la riflessione, la rifrazione e la diffrazione della luce.

Il problema dell'impiego delle onde cortissime per le radiocomunicazioni non è nuovo per me, poichè ho dedicato ad esso molto lavoro fin dal tempo dei miei primi esperimenti trentotto anni or sono.

Nel 1896 dimostravo ai tecnici dell'Amministrazione inglese delle Poste e Telegrafi che le onde dell'ordine di cm. 30 di lunghezza, corrispondenti ad una frequenza di circa un milione di kilocicli, ed ora chiamate spesso micro-onde, potevano essere adoperate con successo per le comunicazioni telegrafiche alla distanza di circa 3 chilometri impiegando dei riflettori adatti allo scopo.

Più tardi tale distanza fu aumentata sino ad oltre 4 chilometri.

Questi primi risultati furono descritti da Sir William Preece, Ingegnere Capo dell'Amministrazione inglese delle Poste e Telegrafi, in una riunione della Società inglese per il Progresso delle Scienze nel settembre 1896 ed in successive conferenze. Essi inoltre furono esposti, con maggiori dettagli, in una conferenza da me tenuta alla Institution of Electrical Engineers di Londra il 3 marzo 1899.

Durante detta conferenza dimostrai come fosse possibile, mediante onde cortissime, di concentrare le radiotrasmissioni a mezzo di riflettori verso una data direzio-

ne, invece di permettere alle onde di propagarsi circolarmente in tutte le direzioni.

A quel tempo tuttavia l'uso di queste onde cortissime non sembrava molto promettente e per molti anni le mie ricerche – come quelle degli studiosi contemporanei – furono dirette all'uso di onde progressivamente più lunghe che raggiunsero i 10.000 metri.

Nel 1916 necessità belliche esigevano metodi di radiocomunicazioni più segrete di quelle che erano state fino allora in uso; rinacque così il mio interessamento alle proprietà direttive delle onde cortissime, e tornai a dedicare i miei studi e le mie ricerche alla generazione ed alla ricezione di tali onde.

Queste mie ricerche furono intraprese in Italia, nelle vicinanze di Livorno; in esse ebbi come valido collaboratore l'ing. C. S. Franklin della Compagnia Marconi di Londra.

A quel tempo, usando speciali trasmettitori a scintilla e una lunghezza d'onda di 2 metri, fu possibile ottenere sicure comunicazioni ad oltre 9 chilometri di distanza; successive prove con la stessa lunghezza d'onda, eseguite in Inghilterra, dimostrarono la possibilità di ricevere chiaramente segnali ad una distanza di oltre 32 chilometri e fecero anche intravedere che con i medesimi apparecchi sarebbe stato possibile conseguire una maggiore portata.

I notevoli risultati che ottenni durante il periodo dal 1919 al 1924 con l'uso di lunghezze d'onda comprese fra

i 100 e i 6 metri portarono all'abolizione delle onde lunghe nelle radiocomunicazioni dell'Impero britannico ed all'impiego di trasmettitori ad alta velocità ad onde corte del mio sistema a fascio. Tale nuovo sistema rivoluzionò i servizi radiotelegrafici e telefonici a grande distanza e distrasse la mia attenzione dallo studio delle microonde[78].

Le onde elettro-magnetiche di lunghezza inferiore ad un metro sono comunemente conosciute sotto il nome di onde quasi-ottiche, poichè era generalmente ammesso che con esse la comunicazione era possibile solo quando le due estremità del circuito radio erano entro la visuale diretta; e che, conseguentemente, la loro utilità pratica era limitata da tale condizione.

La mia lunga esperienza mi ha tuttavia insegnato a non credere sempre a limitazioni fondate su considerazioni puramente teoriche o perfino su calcoli, poichè

---

[78] Comunicazione all'American Institute of Electrical Engineers, il 20 giugno 1922, «Proc. Institute of Radio Engineers», vol. X, n. 4, New York, August 1922; *Results obtained over very long distances by Short Waves and Directional Wireless Telegraphy*, «Journal Royal Soc. Arts.», vol. 72 (1924), pag. 607; *Radio Communications*, idem, vol. 73; pag. 121; *Radio Communications*, Comunicazione all'Institute of Civil Engineers, 26 ottobre 1926, Session 1925-1926, vol. 222, Part 2; *Le Radiocomunicazioni a fascio*, «Nuova Antologia», Roma, 16 novembre 1926; *Radio Comunications*, Comunicazione all'American Institute of Electrical Engineers and Institute of Radio Engineers, October 17, New York City, 1927.

essi, come sappiamo, sono spesso basati su cognizioni imperfette di tutti i fattori più importanti; io ho invece sempre ritenuto opportuno seguire nuove linee di ricerca anche quando queste sembravano a prima vista poco promettenti di buoni risultati.

Circa 18 mesi or sono decisi di riprendere lo studio sistematico delle proprietà e delle caratteristiche delle tonde cortissime in vista dei positivi vantaggi che esse sembravano offrire – cioè possibilità di usare radiatori, ricevitori e riflettori di piccole dimensioni per irradiare e ricevere notevoli quantità di energia – ed in vista anche del fatto che tali onde non soffrono interferenze causate da disturbi elettrici naturali come quelli prodotti dalle scariche atmosferiche.

Era conseguentemente ovvio per me che tali ricerche sarebbero state facilitate se fosse stato possibile utilizzare efficientemente potenze considerevolmente superiori nei trasmettitori ed impiegare ricevitori più pratici e sicuri che non fossero stati fino ad allora disponibili.

Queste esperienze vennero eseguite in Italia, ove ricevetti dal Regio Governo ogni possibile assistenza ed incoraggiamento. In esse fui validamente assistito dall'ing. Mathieu e dal sig. Isted della Compagnia Marconi.

Gli apparecchi e le valvole per queste mie esperienze sono stati costruiti presso i miei Laboratori di Genova.

*

* *

Al principio del nostro lavoro, una scelta doveva essere fatta fra due diversi metodi da seguire per attaccare il problema, e cioè fra quello basato sull'uso del Magnetron e quello basato sull'uso dell'Oscillatore elettronico.

Poichè lo scopo principale era l'ottenere un trasmettitore capace di irradiare una potenza notevole, il metodo del Magnetron mi tentava; ma la necessità di impiegare tensioni alquanto elevate, quella di produrre un campo ausiliario, e alcuni dubbi sorti circa la possibilità di ottenere una buona modulazione, ci fecero preferire l'uso di un circuito basato sull'effetto Barkhausen-Kurz.

Non meno importante era la scelta della lunghezza d'onda da impiegarsi. Poichè sembrava improbabile che vi sarebbe stata grande differenza nelle caratteristiche di propagazione delle onde comprese tra gli 80 e i 20 centimetri decidemmo di concentrare anzitutto i nostri sforzi sulla possibilità di generare e di irradiare in modo efficiente quella che può essere chiamata un'onda media nella gamma delle micro-onde, cioè una lunghezza d'onda dell'ordine di mezzo metro (600.000 Kc.).

Il primo circuito sperimentato fu quello del tipo Barkhausen e Gill Morell con fili di Lecher sulla placca e sulla griglia, circuito che era stato usato in quasi tutti i recenti esperimenti. In tale circuito provammo – con vario successo – tutte le nuove e le vecchie valvole riceventi e amplificatrici con placca cilindrica; ma non appena esse venivano sovraccaricate per ottenere potenza, la loro vita si riduceva a qualche minuto.

I nostri sforzi, quindi, furono diretti verso la produzione di valvole più adatte; e dopo un certo tempo si riuscì a costruire una valvola con filamento di tungsteno da 4 ampère e con griglia di molibdeno fissata con saldatura elettrica su sostegni di molibdeno. Tale valvola assicurò un grande miglioramento nei riguardi della potenza ottenibile e della vita della valvola stessa.

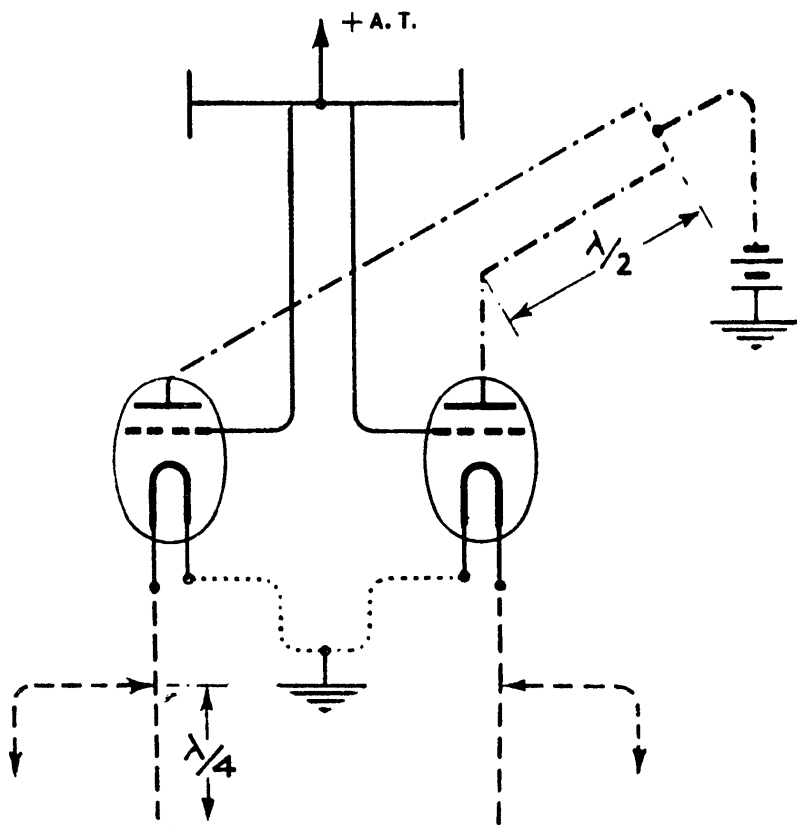



Fig. 1. - Circuito sintonizzato esterno del filamento - - - - - - - - -
Circuito sintonizzato interno del filamento . . . .
Circuito sintonizzato di placca —.—.—.—.—.
Aereo e trasformatore di impedenza del feeder ————

Tuttavia si manifestò presto l'insufficienza del circuito placca griglia di Lecher; fu allora escogitato un nuovo circuito simmetrico a due valvole che fu poi provato con due valvole speciali simmetriche fra loro, l'una di

esse essendo la riproduzione dell'immagine dell'altra riflessa in uno specchio. Il perfezionamento di tale nuovo circuito ha portato successivamente al circuito trasmittente che fu poi adoperato ed è riprodotto nella figura 1.

Questo nuovo oscillatore elettronico è caratterizzato da 3 veri e propri circuiti sintonizzati, e cioè un circuito sintonizzabile di filamento interno, uno simile esterno ed uno di placca; nonchè dall'uso di un trasformatore di impedenza dell'alimentatore (*feeder*), che ha lo scopo di equilibrare la resistenza interna delle valvole con quella di un efficiente aereo a dipolo.

L'aereo e dipolo porta all'estremità due piccoli dischi che funzionano come capacità terminali. La nostra esperienza ha in modo definitivo suggerito che il loro uso assicura una maggiore potenza irradiata e rende più facile la regolazione del trasformatore di impedenza del feeder.

L'accordo del circuito di placca e l'accordo di quello interno di filamento sono i più importanti, poichè essi sono i fattori di controllo della lunghezza d'onda sulla quale il trasmettitore può oscillare efficientemente; da essi dipendono tutte le altre regolazioni.

È necessario rilevare che la lunghezza di conduttore meglio adatta per connettere le due placche insieme, per assicurare l'accordo del circuito di placca, è molto piccola – solo 5 centimetri circa, per una lunghezza d'onda di circa 50 centimetri – ma i fili di Lecher sono relativamente lunghi, perchè è stato trovato desiderabile ag-

giungere a tale breve conduttore un altro conduttore della lunghezza di un'onda completa, ripiegato su se stesso allo scopo di evitare perdita per irradiazione.

È facile rendersi ragione dell'azione del circuito sintonizzato di placca. Esso controlla la frequenza delle oscillazioni in maniera in tutto analoga alla vibrazione meccanica di una sbarra rettilinea di acciaio fissata nel suo punto di mezzo.

Ciò è confermato dal fatto che, collegando una termocoppia nel mezzo del conduttore che stabilisce l'accordo di placca e lasciando le altre connessioni libere, le due placche ed il conduttore funzionano come un aereo a dipolo con grandi capacità terminali.

Il circuito sintonizzato interno del filamento e quello esterno potrebbero sembrare a prima vista funzionanti come degli effettivi «strozzatori» (*chokes*); ma, praticamente, ambedue sono necessari per assicurare la corretta distribuzione di potenziale lungo gli elementi del nuovo circuito e fra di essi. Nella figura, 2 è mostrata la giusta distribuzione del potenziale lungo i circuiti della placca e del filamento, ottenuta per mezzo di questi circuiti sintonizzati.

È interessante notare che il circuito oscilla ancora molto bene, ma a circa metà potenza, se il filamento di una delle valvole è spento. Però il sistema non può in alcun modo oscillare se una delle due placche è disconnessa, il che conferma, ancora una volta, l'azione di controllo esercitata dal circuito sintonizzato di placca.

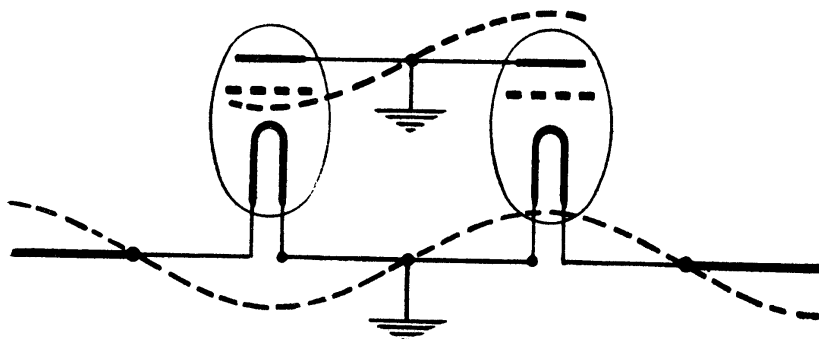



Fig. 2. — Distribuzione del potenziale lungo il circuito sintonizzato del filamento ed il circuito sintonizzato di placca.

Naturalmente, non è sufficiente sintonizzare correttamente tutte le porzioni esterne del nuovo circuito; ma è anche necessario regolare le tensioni fornite alle valvole adoperate per generare oscillazioni elettroniche fra i loro elettrodi ad una frequenza corrispondente il più possibile a quella per cui il circuito esterno è sintonizzato.

Esiste un definito effetto di trascinamento della oscillazione verso la frequenza controllata dalla regolazione del circuito; e quanto maggiormente la regolazione delle tensioni corrisponderà a quella frequenza, tanto più potente e più stabile risulterà il trasmettitore.

Il grado di accensione del filamento è un altro importante fattore da cui dipende l'efficienza del trasmettitore.

Partendo con filamento spento, le oscillazioni si innescheranno non appena la saturazione della corrente di griglia è raggiunta. Da tale momento l'energia irradiata

crescerà rapidamente mano a mano che si aumenta la temperatura del filamento fino a che l'energia irradiata passa attraverso un massimo ben definito; un ulteriore aumento della temperatura del filamento porterà una rapida diminuzione dell'efficienza e finalmente il disinnesco delle oscillazioni.

Naturalmente, lo studio delle valvole ha proceduto parallelamente con quello dei circuiti. Lo spessore del filamento, il diametro e il passo della spirale di griglia, nonchè la lunghezza delle placche e delle griglie, furono successivamente variati fino ad ottenere i migliori risultati.

Fu anche studiato il metodo di sospensione degli elettrodi, che è stato trovato essere un importante particolare.

L'energia irradiata da una unità del trasmettitore, è stata misurata ponendo tutto l'apparecchio, eccettuati l'aereo e l'alimentatore (*feeder*), in un calorimetro e rilevando le curve di temperatura prima con il trasmettitore in regime di oscillazione e successivamente con le oscillazioni disinnescate, mantenendo costanti tutte le correnti.

Risultati attendibili ottenuti con questo metodo indicano una potenza irradiata di circa 3,5 Watt.

La potenza assorbita dal filamento è di circa 30 Watt, quella assorbita dalla griglia di circa 25 Watt, e pertanto il rendimento totale risulta del 6 per cento, aumentabile

sino al 14 per cento ove si tenga conto della sola potenza assorbita dalla griglia.

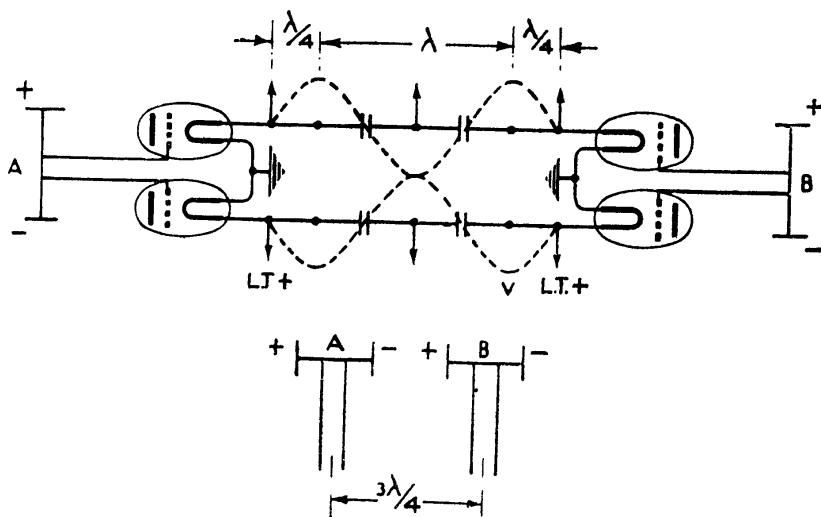



Fig. 3. — Schema dimostrativo del metodo seguìto per mantenere in fase due unità trasmittenti spaziate di 3λ/4.

La possibilità di aumentare sostanzialmente la potenza irradiata dal trattamento fu attuata con successo adoperando varie unità trasmittenti in parallelo, con i loro aerei tutti in linea e spaziati fra loro in modo da assicurare il massimo effetto direttivo.

Tali unità trasmittenti si poterono mantenere elettricamente in fase, collegando due a due i circuiti sintonizzati esterni di filamento dai trasmettitori adiacenti, a mezzo di collegamenti di fase lunghi 1,5 volte la lunghezza d'onda.

La figura 3 mostra lo schema di tale dispositivo.

È da notarsi che dei condensatori sono posti nei punti di massima corrente allo scopo di permettere l'indipendente regolazione della corrente di accensione di filamento di ciascuna valvola: lo stesso principio si applica nel caso di quattro trasmettitori.

*

* *

Vi sono vari metodi per ottenere la modulazione nel nuovo trasmettitore. I metodi principali sono quelli basati sulla sovrapposizione della modulazione su l'alta tensione positiva di corrente continua di griglia o anche sulla tensione negativa stabile di placca. Ma vi sono molti altri metodi, come quello basato sul circuito bilanciato (*push pull*) di placca o di griglia o anche quello basato sul circuito bilanciato fra due unità trasmittenti.

Tutti questi furono sperimentati e le particolari caratteristiche di ognuno di essi accertate; ma, in definitiva, fu adottata la modulazione di placca, almeno provvisoriamente, per la sua semplicità.

Nel caso di varie unità trasmittenti funzionanti in fase, tutti i circuiti di placca sono collegati in parallelo e sono quindi modulati simultaneamente.

L'impedenza placca-filamento di una unità trasmittente, alla frequenza di 1000 periodi è stata misurata ed è stata trovata pari a 2500 ohm. Su tale misura è stato basato il progetto del trasformatore di modulazione.

Durante tali ricerche il problema della misura di frequenza e della costruzione di un adatto ondametro ha dovuto naturalmente essere preso in seria considerazione.

In principio delle nostre esperienze, quando era usato il circuito fra placca e griglia con fili di Lecher, era stato trovato assai soddisfacente l'accoppiamento al trasmettitore di un ondametro a fili di Lecher. Le misure erano eseguite osservando l'effetto di trascinamento esercitato dall'accoppiamento sulle correnti di alimentazione.

Tale sistema però risultò del tutto inutile non appena fu possibile avere una potenza maggiore.

Furono allora adoperate sensibili termocoppie, di alta resistenza, al centro di un dipolo costituito da due sbarre rettilinee fissate ai terminali della termocoppia; ma la sintonia in tale sistema era molto larga e indefinita. Con l'aumentata energia irradiata dal nuovo trasmettitore fu possibile usare in seguito la termocoppia di un normale amperometro Weston da 0 a 1.25 milliampère, la cui bassa resistenza interna ci aveva permesso di ottenere già una sintonia molto più acuta.

Il nostro attuale ondametro, che è anche indicatore di irradiazione, fu allora esperimentato ponendo la termocoppia di detto strumento al centro di un aereo a dipolo, provveduto di grandi capacità terminali a forma di dischi relativamente grandi. Naturalmente, la lunghezza totale del dispositivo che assicura l'accordo è alquanto

minore di quella che sarebbe necessaria con sbarre a dipolo rettilineo senza dischi terminali.

Essa è soltanto di 8 centimetri, invece di 28 centimetri, nel caso di onde di 60 centimetri di lunghezza, e tale disposizione assicura un notevole aumento di sensibilità e selettività.

Col sopraccennato tipo di ondametro è possibile misurare le onde irradiate con l'approssimazione di un millimetro, accoppiando all'ondametro un filo di Lecher che, se in sintonia, porta praticamente a zero le oscillazioni indotte nell'ondametro.

Tale dispositivo permette la taratura dello strumento campione, che è adoperato come indicatore di irradiazione per la regolazione della trasmissione ed anche della modulazione.

Dopo accertato il modo di far funzionare il nuovo circuito, fu possibile provare se esso permetteva la produzione di onde più corte, cioè dell'ordine di 40, 30 o 20 centimetri.

La prima cosa osservata fu che variando proporzionalmente tutte le dimensioni dei circuiti esterni e regolando nuovamente le tensioni applicate, le valvole permettevano la generazione di tutte le lunghezze d'onda comprese fra 80 e 50 centimetri con uguale efficienza.

Al di sotto dei 50 centimetri la sintonia del circuito di placca diventava molto indefinita e il rendimento cadeva rapidamente.

Sembrava pertanto che, col normale tipo di valvola usata, il circuito di placca a tale lunghezza d'onda più corta funzionasse come uno dei nostri ondametri normali a disco in cui le capacità terminali fossero sproporzionate alla lunghezza della sbarra che le congiunge.

Allo scopo di controllare l'esattezza di tale nostra deduzione, fu costruita una serie di valvole aventi gli elettrodi più piccoli e più corti e con esse fu possibile ottenere la generazione di tutte le onde comprese nella gamma continua fra 55 e 35 centimetri con efficienza pari a quella ottenuta con le valvole del tipo precedente. È ora interessante notare che mentre con l'uno o con l'altro tipo di valvole la elevata tensione di griglia e il potenziale negativo della placca dovevano essere aumentati col decrescere della lunghezza d'onda, la stessa lunghezza d'onda, ad esempio di 55 centimetri, poteva essere prodotta con un massimo di potenza con ciascun tipo di valvola, ma con un potenziale di griglia, nel caso delle valvole più piccole inferiore, a quello usato per le valvole normali impiegate su 60 centimetri di lunghezza d'onda.

*
* *

L'idea di utilizzare un sistema basato sull'impiego di varie unità di riflettori affiancate, seguì logicamente quella della realizzazione delle unità trasmittenti testè descritte.

I vantaggi derivanti dalla possibilità di porre l'una accanto all'altra varie unità trasmittenti, funzionanti in fase, per aumentare la potenza della stazione radiatrice, sarebbero stati in parte perduti ove lo stesso metodo non fosse stato esteso alle varie unità di riflettore.

Dopo considerato il tipo di trasmettitore multiplo già realizzato, decidemmo di adottare, almeno per cominciare, i noti riflettori cilindrici parabolici.

Di tali tipi di riflettori possedevamo considerevole esperienza e la loro progettazione fu facile.

Tuttavia il rilievo dell'elevato rendimento che si notò in queste esperienze con onde ultra-corte mediante l'uso di sbarre riflettenti libere invece di fili o sbarre sostenute in ciascuna estremità da isolatori, portò ad uno speciale tipo di costruzione in cui ciascuna sbarra riflettente è sostenuta nel suo punto di mezzo da un tubo di rame piegato in curva parabolica.

La figura 6 dà una buona idea di questo tipo di riflettore a spina di pesce e del modo con cui le diverse unità possono venire montate l'una accanto all'altra per costituire un unico riflettore multiplo.

Tale riflettore è economico a costruirsi e offre importanti vantaggi per la sua bassa resistenza al vento.

L'apertura del riflettore fu fissata a 3 lunghezze d'onda, poichè sapevamo già per esperienza che con tale tipo di riflettore c'era poco da guadagnare aumentando tale apertura.

La distanza focale del riflettore fu stabilita ad un quarto della lunghezza d'onda adoperata.

La distanza fra le sbarre del riflettore fu determinata dalla opportunità di porre l'unità trasmittente e quella del riflettore a distanza atta ad assicurare il massimo effetto direttivo senza produrre pennelli secondari troppo grandi e nocivi.

La distanza critica è di tre quarti di lunghezza d'onda.

La determinazione di tale distanza in accordo alle considerazioni precedenti e la necessità di evitare il contatto fra le aste del riflettore fissavano la lunghezza massima delle aste del riflettore stesso e di conseguenza lo spazio fra di esse, essendo questi due fattori interdipendenti.

Mentre l'aggiunta di due unità riflettenti a ciascun lato del riflettore, direttamente eccitato da una unità trasmittente, non portava alcun vantaggio sensibile, un notevole aumento della potenza irradiata si osservava ponendo il dipolo trasmittente non più al centro di una delle unità del riflettore, ma sulla linea congiungente i fochi di due unità adiacenti del riflettore.

Nel caso di trasmettitore multiplo, tale metodo di eccitare, ad esempio, 3 riflettori con due unità trasmittenti – assicurando così la simultanea eccitazione dell'unità riflettente di centro con due unità trasmittenti – offre un nuovo metodo per mantenere in fase le oscillazioni di vari trasmettitori.

In tale sistema, che permette di mantenere vari trasmettitori in fase, l'accordo del circuito esterno di filamento è assai importante e la regolazione della sintonia è assai critica.

Con questo sistema, formato da unità trasmittenti e unità riflettenti, molte altre combinazioni sono possibili; ciascuna di esse è in relazione a una differente potenza di radiazione che può rendersi variabile entro ampi limiti.

*

* *

Nella figura 4 sono indicate alcune di queste combinazioni:

a) mostra il caso, più semplice e più economico, di una unità trasmittente funzionante nel centro di una unità riflettente;

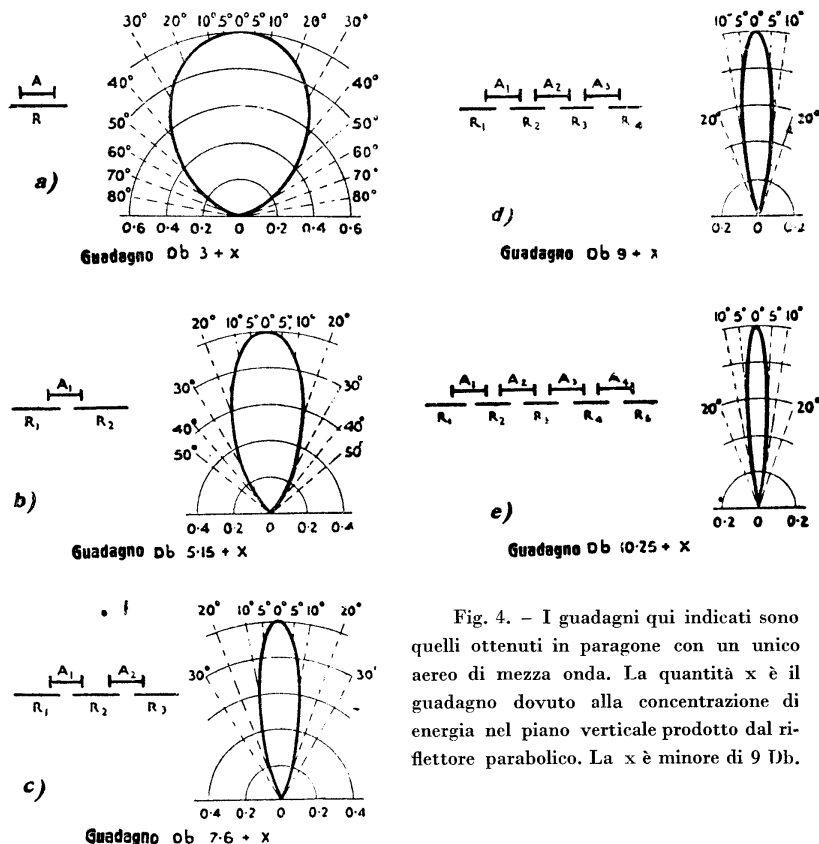



Fig. 4. – I guadagni qui indicati sono quelli ottenuti in paragone con un unico aereo di mezza onda. La quantità x è il guadagno dovuto alla concentrazione di energia nel piano verticale prodotto dal riflettore parabolico. La x è minore di 9 Db.

b) si ha la combinazione, di maggior potenza, di una unità trasmittente che eccita due unità riflettenti;

c) rappresenta la normale combinazione ora usata, consistente in due unità trasmittenti che eccitano tre unità riflettenti.

E così di seguito per le due figure successive.

A destra di ognuna di queste combinazioni è stato disegnato il diagramma polare orizzontale relativo ad essa, ed i valori indicati in Decibels rappresentano il guadagno dovuto alle proprietà direttive, ottenute mediante un adatto spaziamento delle unità trasmittenti.

A questo valore deve essere aggiunto quello dovuto allo stesso riflettore parabolico, valore che è dell'ordine di 8 Decibels.

*

* *

Le prime prove di ricezione a piccola distanza dimostrarono che – come per il trasmettitore – i circuiti di ricezione basati sul collegamento placca-griglia a mezzo di fili di Lecher non erano adatti. Il tempo impiegato per studiare le possibilità di tale tipo di circuito non fu, peraltro, perduto; poichè, oltre all'esperienza fatta col nuovo sistema di sintonizzare un ricevitore a mezzo di regolazione di resistenze e di letture di voltmetri e milliampèrometri, gli esperimenti preliminari ci permisero di fare le seguenti importanti osservazioni.

Fu dimostrato che le nuove valvole trasmittenti da noi ottenute erano assai poco efficienti quando usate in ricezione: il che fece cadere la supposizione, più o meno generalmente accettata, che con i circuiti del tipo Barkhausen le stesse valvole siano adatte per la trasmissione e per la ricezione.

In contrasto con quanto era stato osservato per la trasmissione, si accertò che le placche delle valvole costi-

tuivano gli elettrodi attivi, e pertanto dovevano essere connesse all'arco al posto delle griglie.

Di più fu accertato che l'accordo era meglio assicurato variando le tensioni di griglia, di filamento e di placca quasi simultaneamente; e che il dispositivo non sarebbe stato di utilità pratica se i vari circuiti non fossero stati forniti di strumenti misuratori di corrente.

In vista dei risultati ottenuti da tali prove preliminari, il circuito con fili di Lecher fra placca e griglia fu definitivamente scartato e fu quindi costruito un ricevitore con gli stessi criteri del nuovo trasmettitore, comprendente cioè circuiti accordati di placca, di griglia e di filamento interni ed esterni.

I risultati ottenuti con tale nuovo ricevitore furono molto soddisfacenti.

Non fu, tuttavia, in principio rilevato che esisteva un accoppiamento troppo stretto fra il circuito di placca e il circuito di griglia e che, quindi, non si poteva ottenere il grande vantaggio dei circuiti accordati di placca e di filamento interno.

Conseguentemente, tutti i primi tipi di ricevitore usati nelle esperienze preliminari non erano provvisti di sintonia di griglia e di filamento interno. La regolazione elettrica del ricevitore è critica, ma tale inconveniente è stato in gran parte superato mediante speciali resistenze che variano molto leggermente in relazione al movimento piuttosto ampio delle rispettive manopole di controllo.

La figura 5 dà lo schema del nostro ultimo circuito ricevente, presentemente in uso.

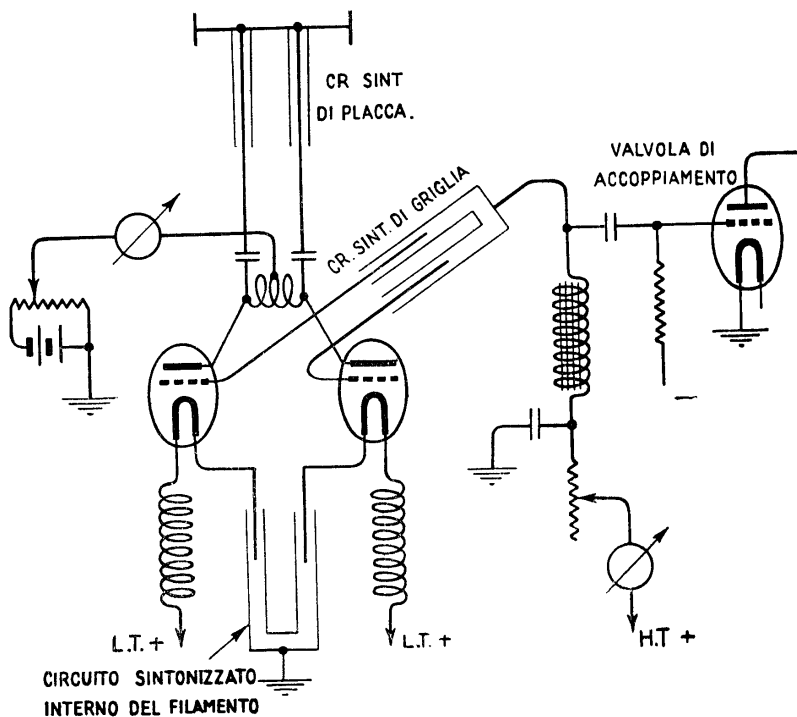



Fig. 5.

*

* *

Numerose prove di portata e varie dimostrazioni ufficiali sono state eseguite; ciascuna di esse ha dimostrato le proprietà di queste onde ultracorte per comunicazioni a distanza.

La prima dimostrazione fu data ai rappresentanti del Ministero delle Comunicazioni ai primi di ottobre 1931 fra Santa Margherita Ligure e Sestri Levante, alla distanza di circa 18 chilometri attraverso il mare.

Il trasmettitore, consistente in due unità irradianti con quattro unità riflettenti, era installato a Santa Margherita sulla terrazza di una villa privata, ed una altezza di 50 metri sul mare.

Il ricevitore, che era del nostro primo tipo, era installato su di una piccola torre di segnalazione a Sestri Levante ad una altezza di 70 metri sul livello del mare.

L'altezza delle due stazioni era tale da permettere una visuale ottica di circa 39 chilometri; cioè di poco più del doppio della distanza a cui le prove erano eseguite.

Il 29 ottobre 1931 una seconda dimostrazione ebbe luogo fra le stesse posizioni, in presenza degli stessi rappresentanti, con un ricevitore perfezionato, munito, cioè, di tensione anodica variabile a frequenza ultraudibile; inoltre, in detta dimostrazione, fu provata la possibilità di impiegare un sistema soppressore di onda portante operato dalla voce.

La terza dimostrazione ebbe luogo il 19 novembre 1931, con la stessa stazione sperimentale trasmittente, fra Santa Margherita e Levanto, alla distanza di circa 36 chilometri quasi interamente attraverso il mare.

Il ricevitore a Levanto era installato sulla terrazza di una villa privata ad una altezza di 110 metri sul livello del mare.

La somma delle altezze delle due stazioni era di 160 metri, il che permetteva la visuale diretta ad una distanza di circa 44 chilometri, e cioè superiore al 20 per cento di quella effettivamente coperta.

Tale dimostrazione fu data ai rappresentanti del Governo e della stampa.

È assai interessante notare che, quantunque gli apparecchi usati fossero gli stessi di quelli adoperati nella precedente prova fra Santa Margherita e Sestri Levante, l'aumentata distanza da 18 chilometri a 36 chilometri circa, portava una piccolissima differenza nella forza dei segnali ricevuti.

Successivamente, il 6 aprile 1932, ebbe luogo una dimostrazione in *duplex* fra Santa Margherita e Sestri Levante. Lo scopo di tale esperienza era quello di provare un nuovo modello di trasmettitore con apparato terminale telefonico a due fili e di dimostrare la possibilità pratica e i vantaggi di far lavorare trasmettitore e ricevitore nel medesimo riflettore.

Tale dimostrazione fu fatta alla presenza di esperti del Governo e di rappresentanti di Università italiane, nonchè del Direttore della Radio Stazione Vaticana, reverendo Padre Gianfranceschi.

In tale occasione furono descritti gli apparecchi e si mantennero per varie ore eccellenti comunicazioni in *duplex*.

*

* *

Dopo la dimostrazione in *duplex* fra Santa Margherita e Sestri Levante, S.S. Pio XI decise di adottare tale sistema per comunicazioni telefoniche fra la Città del Vaticano ed il Palazzo Apostolico di Castel Gandolfo presso Roma.

Tale impianto è di grande interesse perchè la distanza fra i due punti da collegare, circa 20 chilometri, è intieramente attraverso terra ed anche perchè la libera visione fra i due posti è ostacolata da alberi nei giardini Vaticani e sul Gianicolo.

Non avendo precedente esperienza di simili condizioni fu deciso di accertare la possibilità del pratico funzionamento del suddetto collegamento.

A tale scopo fu montato nella Città del Vaticano un piccolo trasmettitore sperimentale con un unico riflettore ed un ricevitore del tipo normale fu dapprima installato, con una sola unità riflettente, al Collegio di Mondragone presso Frascati, dal quale Collegio era possibile la netta visione del punto ove era installato il trasmettitore; in seguito tale ricevitore fu posto a Castel Gandolfo.

Tali interessanti prove ebbero luogo verso la fine di aprile 1932 e diedero ottimi risultati. I segnali erano ricevuti con grande intensità a Mondragone e solo leggermente più deboli a Castel Gandolfo, non lasciando così alcun dubbio sulla possibilità di un ottimo collegamento tra la Città del Vaticano a Castel Gandolfo nonostante

che l'ubicazione delle due stazioni potesse sembrare sfavorevole a questo collegamento.

È anche interessante notare che per raggiungere Mondragone le onde elettriche dovevano passare attraverso le torri e gli aerei della stazione ultrapotente della Italo Radio a Torrenova.

Il 26 aprile 1932, S.S. Pio XI si degnò assistere ad una dimostrazione del funzionamento dei nuovi apparecchi.

Alla fine del mese scorso l'apparecchio destinato a tale primo collegamento pratico su lunghezza d'onda al di sotto di un metro fu installato e provato e per quanto la inaugurazione ufficiale non sarà fatta prima del prossimo mese, il collegamento ha già dato ottimi risultati.

La figura 6 mostra il trasmettitore ed il ricevitore funzionanti nel medesimo riflettore, recentemente installati sul tetto dell'annesso alla Stazione Radio Vaticana.

La figura 7 mostra il controllo di questo trasmettitore e ricevitore come anche il dispositivo terminale telefonico che permette l'estensione del circuito radio a qualsiasi linea telefonica sia interna al Vaticano che esterna.

La figura 8 presenta lo stesso dispositivo visto posteriormente. Le figure 6, 7 e 8 illustrano il nuovo sistema ad onde cortissime praticamente risultato dalle nostre recenti prove e ricerche.

*

* *

Allo scopo di eseguire prove a maggiore distanza fu costruito un trasmettitore di 4 unità, completato da un riflettore a 5 unità, che costituisce il più potente trasmettitore ad onde ultra-corte finora impiegato.

Il trasmettitore induceva 30 milliampère nell'ondametro ad una distanza di 12 metri e cioè a 21 lunghezze d'onda dall'apertura del riflettore.

Fig. 7

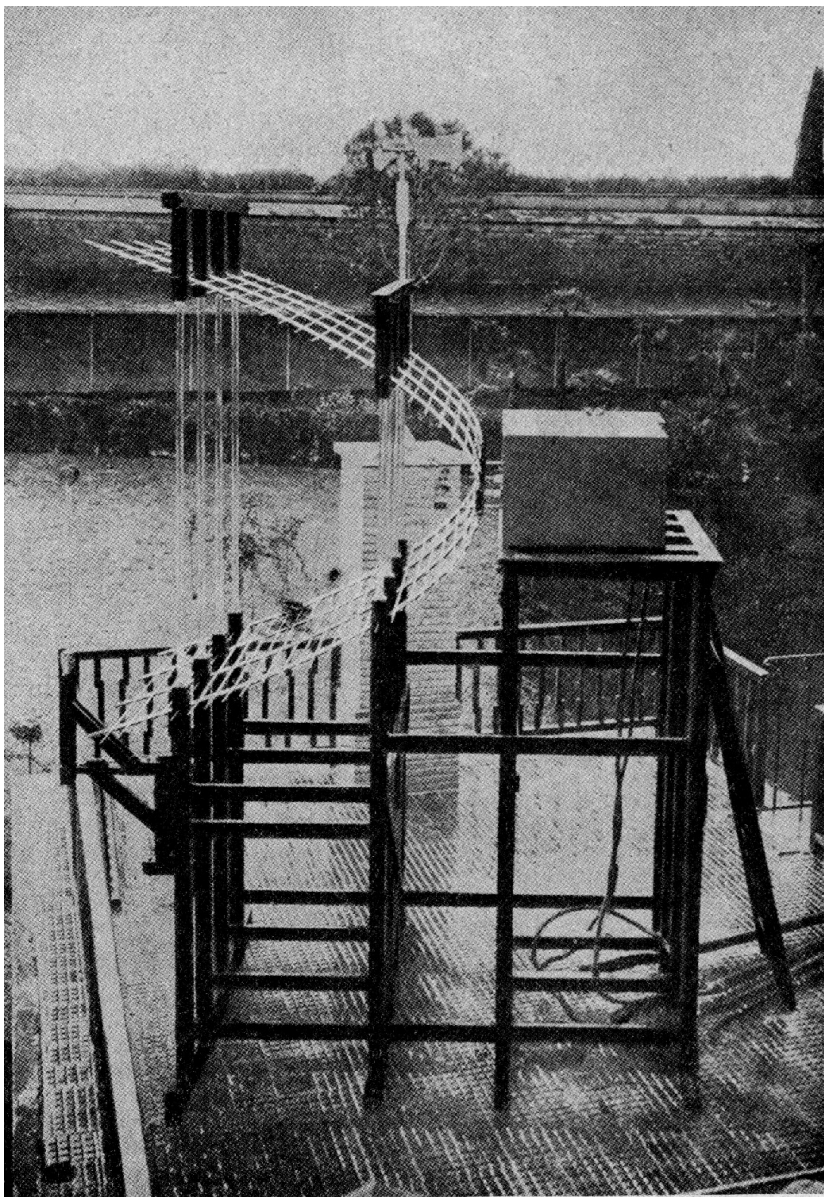
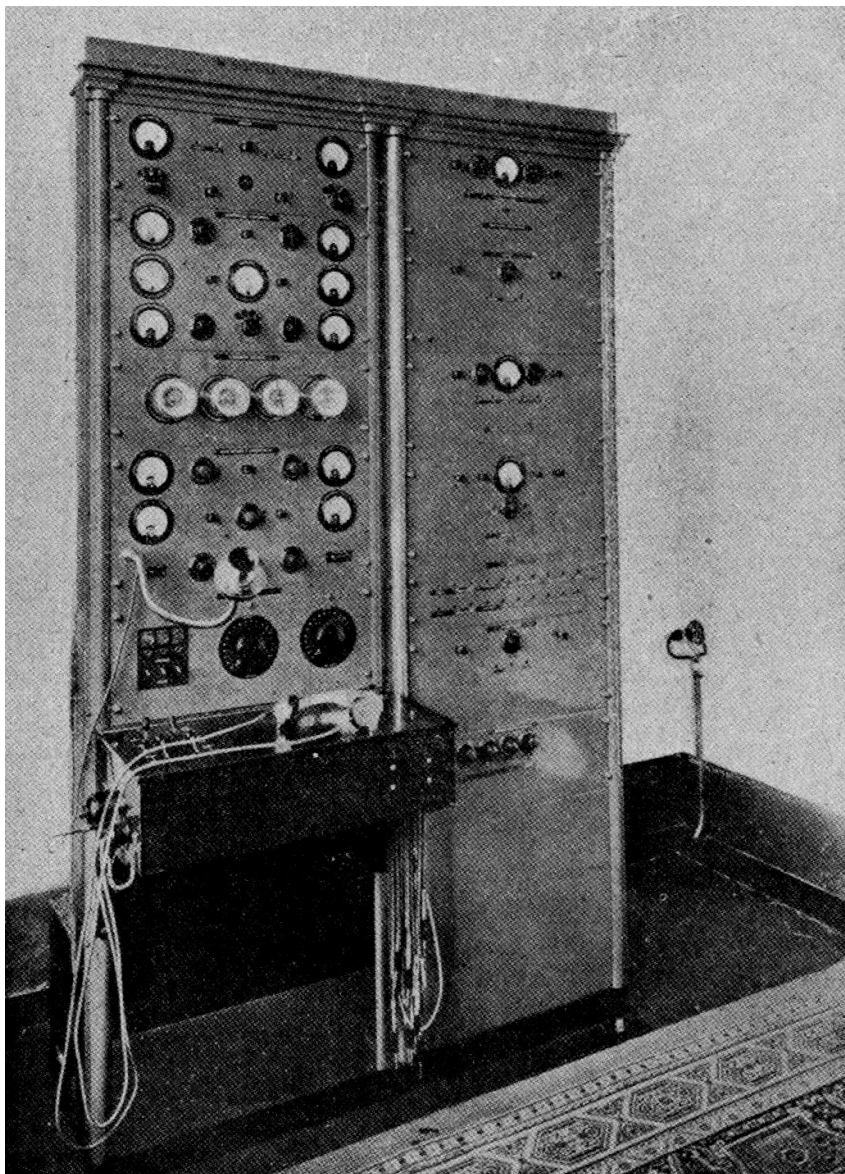
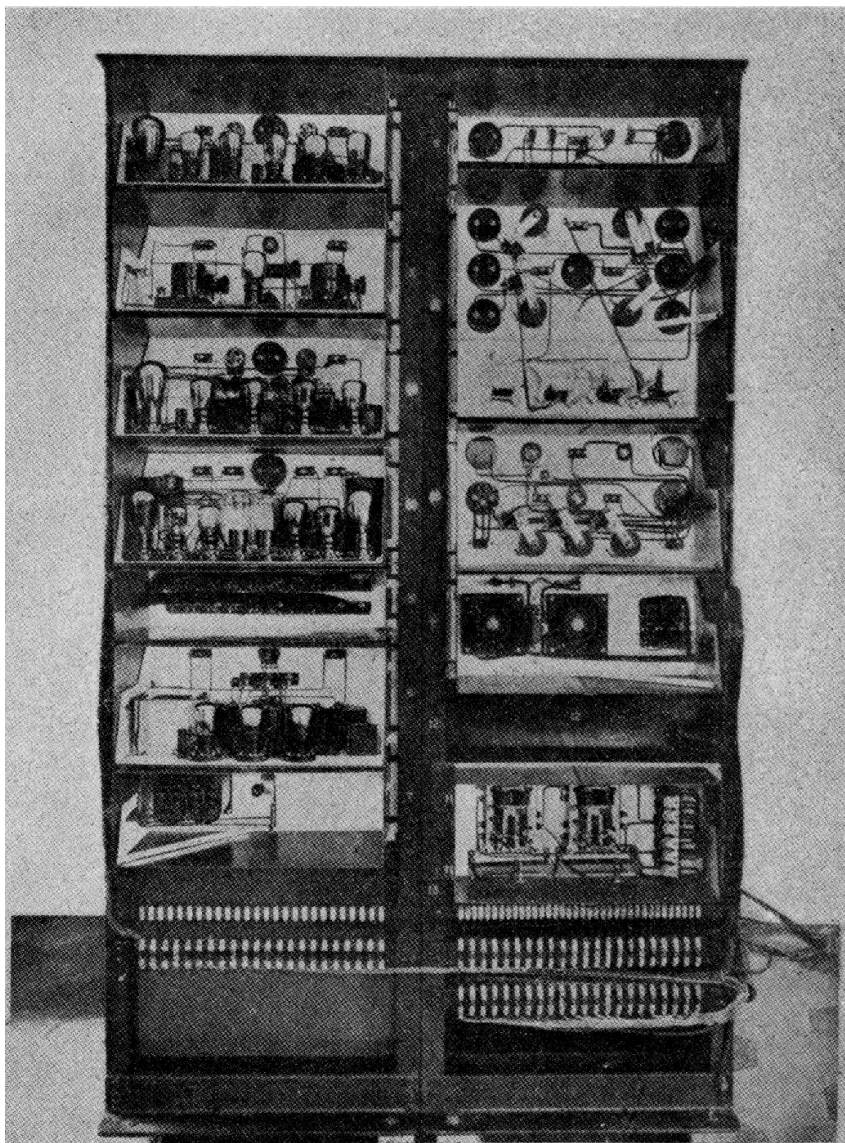



Fig. 8.

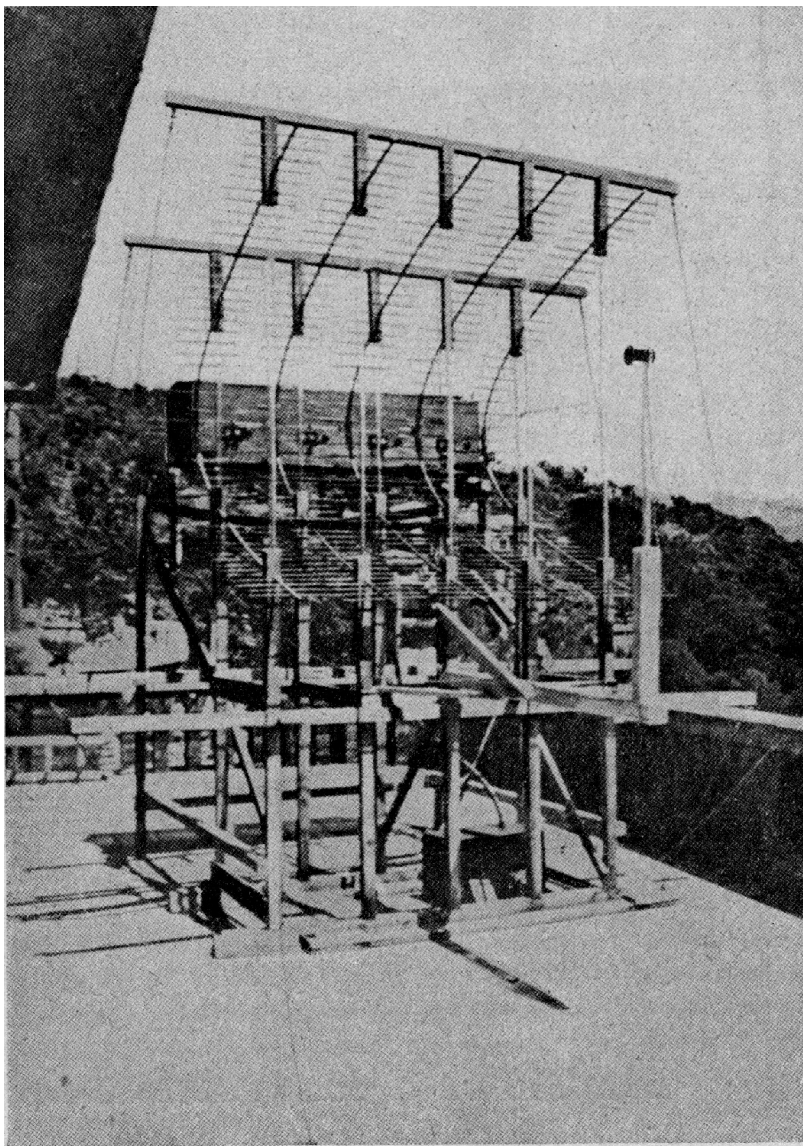



Fig. 9.

La figura 9 è una fotografia di questo trasmettitore sperimentale, mentre la figura 10 rappresenta le quattro unità trasmettenti, funzionanti in fase, montate, l'una accanto all'altra, dietro ai riflettori, nell'interno di una cassetta che serve da schermo.

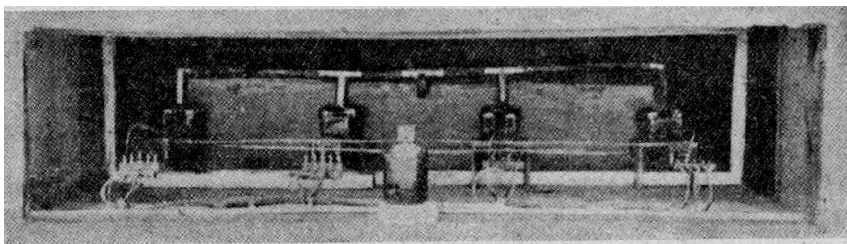



Fig. 10.

*

* *

Nel luglio di quest'anno uno dei nostri ricevitori normali con una sola unità riflettente, fu installato sul ponte a poppa del panfilo *Elettra* e delle prove preliminari furono fatte con la nuova stazione trasmittente installata a Santa Margherita Ligure.

Tali prove dimostrarono che quantunque la distanza ottica corrispondente alla piccola altezza delle stazioni di Santa Margherita e del panfilo fosse di solo 27 chilometri, i segnali erano ancora percettibili alla distanza di circa 52 chilometri e quindi assai al di là della portata ottica e nonostante la interposta curvatura terrestre.

I segnali cominciavano a perdere intensità in modo apprezzabile a circa 20 chilometri da Santa Margherita, cioè prima di raggiungere il limite ottico; ma al di là di tale distanza detti segnali diminuivano di intensità solo gradualmente, fino a che non furono più percettibili.

Al di là di 41 chilometri i segnali mostravano profonda evanescenza che di tanto in tanto li faceva sparire completamente.

Alla distanza di 33 chilometri la parola era ancora comprensibile al 90%, ma da 37 chilometri fino alla distanza a cui i segnali sparivano, solo segnali Morse erano intelligibili.

*
* *

Alla fine del luglio 1932, l'impianto della stazione di Santa Margherita fu trasportato all'Osservatorio Sismografico di Rocca di Papa posto a circa 19 chilometri a sud di Roma ad una altezza di 750 metri sul livello del mare e a 24 chilometri circa dalla costa.

Il 2 agosto buone conversazioni in *duplex* furono stabilite fra tale nuova stazione sperimentale e il panfilo *Elettra*, ancorato dinanzi ad Ostia ad una distanza cioè di circa 29 chilometri

In tale occasione la stazione di Rocca di Papa trasmetteva su onde di cm. 57 e quella del panfilo *Elettra* su onde di 26 metri.

Il 3 agosto il panfilo dovette lasciare Ostia e dirigersi al Porto di Civitavecchia a causa del cattivo tempo; tale viaggio fu utilizzato per prove di propagazione.

Durante queste prove, allo scopo di mantenere il fascio d'irradiazione diretto sul panfilo, il riflettore a Rocca di Papa veniva girato di 5 gradi, ad est di Ostia, ogni mezz'ora.

Ottimi segnali erano così ricevuti sul panfilo fino ad una distanza di 85 chilometri. A tale distanza l'intensità del segnale diminuiva notevolmente, ma rimaneva perfettamente udibile malgrado la presenza di colline che mascheravano completamente la posizione della stazione trasmittente.

I segnali si perdevano soltanto ad una distanza di km. 90 e cioè quando, all'entrata del porto di Civitavecchia, il riflettore del ricevitore non poteva più essere mantenuto in direzione di Rocca di Papa.

Il 6 agosto il panfilo, con a bordo i rappresentanti del Governo italiano, si poneva in rotta sulla congiungente Rocca di Papa - Golfo Aranci, Sardegna, allo scopo di studiare la propagazione di queste onde ultracorte a distanza relativamente grande.

Le prove furono iniziate quando il panfilo era a 63 chilometri da Rocca di Papa con eccellenti comunicazioni telefoniche in *duplex* e con segnali assai forti da ambo le estremità del collegamento.

A circa 107 chilometri era ancora possibile una buona comunicazione in *duplex*, e cioè già a circa 10 chilome-

tri oltre la portata ottica; ma poco dopo i segnali perdettero rapidamente la loro intensità: divennero assai variabili, con lenta e profonda evanescenza, fino a che ad una distanza di 128 chilometri, essi non poterono essere percepiti che di tanto in tanto.

L'ascolto, naturalmente, continuò malgrado tali cattive condizioni di ricezione; ma alla distanza di 161 chilometri l'intensità media dei segnali aumentò improvvisamente e raggiunse, in breve tempo, la stessa intensità osservata alla distanza di 74 chilometri.

Questa ripresa dei segnali durò fino a che fu raggiunta la distanza di 175 chilometri, oltrepassata la quale essi tornarono ad essere rapidamente evanescenti, assumendo lente, profonde variazioni, e furono da ultimo percepiti alla distanza di 203 chilometri.

Il 10 agosto tale importante prova a distanza fu ripetuta.

Sui primi 112 km. i risultati si ripetettero come nella prima prova; ma al di là di tale distanza essi furono diversi nei seguenti rapporti:

1° I segnali invece di divenire evanescenti con rapidità fino a giungere alla completa scomparsa, assumevano alla distanza di 115 chilometri la caratteristica di una lentissima e profonda evanescenza, ma mantenevano una intensità media quasi costante fino a 176 chilometri da Rocca di Papa.

2° A tale distanza, invece di perdersi repentinamente, i segnali mantenevano l'evanescenza lenta e pro-

fonda con una progressiva diminuzione dell'intensità media, fino a divenire inaudibili di tanto in tanto ed a rendere possibile la loro intercettazione per l'ultima volta sul panfilo, alla distanza di 224 chilometri da Rocca di Papa.

Il panfilo arrivò la stessa notte a Golfo Aranci (Sardegna) e la mattina dopo l'apparecchio ricevente fu sbarcato ed installato sul Semaforo di Capo Figari a 340 metri sul livello del mare.

La stazione di Rocca di Papa era stata richiesta di iniziare nuovamente la trasmissione alle ore 16. Avemmo allora la grande soddisfazione di ricevere i suoi segnali quasi immediatamente.

Le prove proseguirono fino a mezzanotte. I segnali assunsero la caratteristica di evanescenza lenta e profonda, già osservata sul panfilo. Essi, tuttavia, permettevano di tanto in tanto la perfetta intelligibilità della parola, mentre nei periodi sfavorevoli divenivano, per ogni scopo pratico, inaudibili. La loro intensità media sembrava migliore prima del tramonto che dopo.

La distanza fra Rocca di Papa e Capo Figari è di 269 chilometri mentre la distanza ottica, considerata l'altezza delle due località, è di circa 116 chilometri.

È interessante aggiungere che a Capo Figari l'angolo di ricezione fu varie volte misurato inclinando il riflettore e fu trovato che le onde emesse da Rocca di Papa raggiungevano la stazione sperimentale ricevente da una direzione orizzontale.

*
* *

In conclusione:

Sento di poter dire che con queste esperienze sono state investigate per la prima volta alcune delle pratiche possibilità di una gamma di onde elettriche finora inesplorata, ed una nuova tecnica, destinata ad estendere considerevolmente il già vasto campo delle applicazioni delle onde elettriche alle radio-comunicazioni, è stata creata.

L'uso pratico delle micro-onde, impiegate nel collegamento della Città del Vaticano con Castel Gandolfo, costituirà il primo esempio di quello che sarà, a mio avviso, un nuovo ed economico mezzo di sicure comunicazioni radio, esenti da disturbi elettrici, assai adatte per il servizio fra isole e fra isole e continenti, nonchè fra luoghi non troppo distanti fra loro.

Il nuovo sistema non risente della presenza di nebbia ed offre un alto grado di segretezza, principalmente per le sue qualità direttive.

I suoi usi strategici, in caso di guerra, sono evidenti; così pure è evidente il suo pratico valore per la Marina e per l'Aeronautica, visto che le comunicazioni possono essere limitate ad una qualsiasi desiderata direzione.

Inoltre, il fatto che la portata di tali onde appare limitata permette di realizzare altri vantaggi in tempo di guerra e di ridurre grandemente la possibilità di mutua interferenza fra stazioni distanti.

Debbo aggiungere, però, che in merito alla limitata portata di tali micro-onde, l'ultima parola non è stata ancora pronunziata.

È stato già dimostrato che esse possono propagarsi intorno ad una porzione della curvatura terrestre a distanze maggiori di quelle previste e a tal proposito non posso fare a meno di ricordare che nel 1901, proprio quando io stesso riuscii per primo a provare che le onde elettriche potevano essere trasmesse e ricevute attraverso l'Oceano Atlantico, degli insigni matematici erano di opinione che la distanza che poteva essere raggiunta dalle onde elettriche sarebbe stata limitata a solo circa 300 chilometri[79].

In ogni caso il nuovo sistema è ora utilizzabile per sostituire vantaggiosamente le segnalazioni ottiche in tutte le loro applicazioni a grande distanza come, per esempio, fra semafori lungo le coste e fra forti costruiti lungo una frontiera, e, in generale, esso sarà molto vantaggioso in quei casi in cui la costruzione di un ordinario collegamento o cavo telefonico a piccola distanza sia difficile o troppo costosa.

Altre applicazioni, come quelle relative alla radiodiffusione circolare ed alla televisione, sono attualmente allo studio.

Sono sicuro che la ricerca di nuovi campi di applicazione di queste onde elettriche, finora inutilizzate, porte-

[79] H. M. Poincaré, *Notice sur la télégraphie sans fil*, «Annuaire pour l'an 1902 des bureaux de Longitudes». Paris, 1902.

rà alla realizzazione di metodi e di apparecchi assai perfezionati.

SULLA PROPAGAZIONE DI MICRO-ONDE A NOTEVOLE DISTANZA[80]

Le onde elettromagnetiche di lunghezza inferiore ad un metro sono comunemente conosciute con il nome di micro-onde, e sono anche chiamate onde quasi-ottiche, poichè si riteneva generalmente che con esse le comunicazioni radiotelegrafiche sarebbero state possibili solo quando gli apparecchi di trasmissione e di ricezione fossero entro la reciproca visuale diretta: la loro utilità pratica sarebbe stata, di conseguenza, limitata da tale condizione.

Durante esperienze eseguite nei mesi di luglio ed agosto dello scorso anno, potei scoprire che la portata di queste onde non era affatto limitata alla distanza ottica geometrica – dipendente, in massima, dall'altezza degli apparecchi – ma che queste onde potevano essere ricevute e rivelate al di là dell'orizzonte sino ad una distanza di circa il doppio di quella ottica, ed anche fra posizioni

[80] R. Accademia d'Italia, «Memorie della Classe di Scienze fisiche, Matematiche e naturali», vol. IV, 1933, estratto n. 16, presentata nell'Adunanza straordinaria del 14 agosto 1933-XI.

mascherate l'una dall'altra dalla presenza di interposte colline[81].

Fra il 2 ed il 6 di questo mese ho potuto eseguire ulteriori prove di trasmissioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche per mezzo di micro-onde di circa 60 centimetri di lunghezza (500 megacicli) fra un apparecchio trasmittente situato a Santa Margherita Ligure ed un ricevitore montato sul panfilo *Elettra*, che si spostava lungo la costa del Tirreno.

Il dipolo trasmittente, che irradiava una potenza di circa 25 Watts, era situato sull'Albergo Miramare a Santa Margherita, all'altezza di 38 metri sul livello del mare ed era posto presso il foco di un riflettore parabolico avente un'apertura di 2 metri.

Il dipolo ricevente era in un simile riflettore posto sul panfilo *Elettra* all'altezza di 5 metri sul mare.

Nonostante il fatto che la distanza ottica fosse di soli 30 chilometri, i segnali radiotelegrafici e radiotelefonici della stazione trasmittente furono ricevuti sul panfilo con chiarezza e con grande forza e regolarità alla distanza di 150 chilometri, cioè a cinque volte la distanza ottica, mentre nelle prove dell'anno scorso, benchè l'altezza sul mare dell'apparecchio a Santa Margherita fosse maggiore (50 metri), la massima distanza alla quale segnali Morse furono debolmente percepiti fu di 52 chilometri.

---

[81] MARCONI, Conferenza tenuta il 2 dicembre 1932 alla Royal Institution of Great Britain, Londra.

Oltre la suddetta distanza di 150 chilometri non è stato possibile, in queste recenti prove, fare osservazioni continuate, poichè le esigenze di navigazione determinate dalla configurazione della costa non consentivano di mantenere sempre il riflettore dell'Elettra diretto verso la stazione trasmittente. I segnali Morse furono, tuttavia, percepiti, molto debolmente e con leggere evanescenze, ma spesso leggibili, sino all'ancoraggio di Porto Santo Stefano, ad una distanza di 258 chilometri, da Santa Margherita – cioè a quasi nove volte la distanza ottica – benchè in questo caso sulla rotta diretta fra le due stazioncine intervenisse terra ferma per circa 17 chilometri, frastagliata da alte colline: il promontorio di Piombino per chilometri 11.482 e la Punta Troja per chilometri 5.556.

La maggiore portata ottenuta in queste esperienze sembra dovuta alla migliorata efficienza degli apparecchi trasmettente e ricevente e dei riflettori utilizzati.

In queste esperienze, come in quelle dello scorso anno, sono stato validamente assistito dall'ing. G. A. Mathieu, che ha curato personalmente la costruzione ed i collaudi iniziali dei nuovi apparecchi, ed anche da tecnici della Compagnia Marconi.

La spiegazione teorica dei risultati conseguiti, tenuto conto della lunghezza d'onda impiegata, presenta, a parer mio, serie difficoltà, anche applicando i calcoli riguardanti la diffrazione e la rifrazione indicati dal Pes-

sion nella sua Memoria: *Considerazioni sulla propagazione delle onde ultracorte e delle micro-onde*[82].

Le speculazioni che ne possono derivare interessano tutta la teoria delle radiotrasmissioni a distanze superiori a quella ottica.

Dopo ulteriori e più complete e prolungate esperienze, mi propongo di pubblicare una dettagliata Memoria sui metodi impiegati ed i risultati ottenuti, ed esprimo la speranza che oltre a speculazioni teoriche, le quali potranno essere d'interesse scientifico, gli odierni risultati possano condurre a nuovi e sostanziali progressi nel campo delle radio-comunicazioni.

[82] G. Pession, Estratto da «Alta Frequenza». vol. I, n. 4, dicembre 1933-X.

L'OPERA DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE[83]

Duce, Eccellenze, Illustri Colleghi,

La necessità di un organo per indirizzare la ricerca scientifica ai fini della economia e della difesa nazionale s'impose, si può dire, a tutte le Nazioni in conflitto durante la Grande Guerra. Ma se cessò la guerra degli eserciti, la guerra economica non cessò col fragore delle armi. E quest'organo, pensato in tempo di guerra, Voi lo avete plasmato, quando era ancora in embrione ed adattato alle particolari necessità del nostro Paese. Io ho avuto il grande onore di ricevere da Voi, Duce, il grave còmpito, invero pieno di responsabilità, di governare questo Istituto nel nuovo indirizzo. La benevolenza con la quale, Voi, Duce, avete seguìto il nostro lavoro, non facile specialmente nei primi tempi, fu per noi sempre di grande conforto e di incoraggiamento, ma Voi quest'anno avete voluto che il Consiglio delle Ricerche fosse eretto a supremo Consiglio tecnico dello Stato.

[83] Discorso pronunciato alla Riunione plenaria dell'8 marzo 1934-XII.

Ed io desidero esporVi come abbiamo cercato di indirizzare l'azione del Consiglio, sopratutto in modo da fiancheggiare ed aiutare l'imponente opera Vostra di ricostruzione del nostro Paese.

Il Consiglio, organo del Regime.

Mi sono proposto di rendere il Consiglio un organo del Regime che vive della vita stessa del Paese, pronto alle necessità del momento e previdente delle incognite del domani, in questi tempi così difficili. E ciò sempre con la mira di quanto a Voi sta tanto a cuore: la salute ed il benessere del popolo, l'indipendenza e la potenza della Patria nostra.

Scienza, industria e difesa nazionale.

Il tempo in cui la scienza era considerata come un lusso e più che altro una soddisfazione dello spirito, è passato definitivamente. La ricerca scientifica, con i suoi risultati e i suoi consigli, assicura in tempo di pace una superiorità industriale, e di conseguenza una superiorità commerciale evidente, ma, in caso di conflitto armato, serve a dare ad una Nazione quella superiorità tecnica senza la quale spesso rimane inefficace il sacrificio, il coraggio e lo stesso eroismo. Questa verità è ormai riconosciuta da tutti e la collaborazione fra scienza,

industria e difesa del Paese va diventando sempre più intima.

Per la costruzione della nuova sede del nostro Consiglio, gli industriali del cemento e del ferro hanno offerto i loro materiali nella quantità necessaria, altri materiali stanno per essere offerti, altre facilitazioni concesse. Io voglio qui ringraziarli in modo solenne perchè in tali doni sta un alto valore simbolico.

E non solo con l'industria la collaborazione va divenendo sempre più intima, ma anche con le Amministrazioni tecniche dello Stato di cui vedete qui raccolti i Capi maggiori. Mi è gradito a questo proposito ricordare come esempio un recentissimo Decreto, su proposta del Ministro per l'Agricoltura, che sanziona il pieno coordinamento dell'attività svolta nel campo della sperimentazione agraria, dal Ministero dell'Agricoltura e dal Consiglio delle Ricerche.

Così va sempre più ottenendosi quella unità di indirizzo, quel coordinamento e quello spirito di collaborazione che Voi avete sempre desiderato.

La documentazione del contributo scientifico dell'Italia.

Fu solo con questo spirito che fu possibile, per l'opera concorde di numerosi e valentissimi collaboratori, raccogliere in un tempo brevissimo la documentazione del mirabile contributo dato dall'Italia, con la scienza, alla civiltà, che il Consiglio delle Ricerche, per ordine Vo-

stro, ha inviato alla Esposizione mondiale di Chicago. Io ho visitato quell'Esposizione e Vi posso assicurare, Duce, che la visita a quella Mostra della nostra scienza in paese straniero fu un motivo di nobile orgoglio per il mio cuore di italiano.

Le attività del Consiglio.

Non Vi esporrò tutte le attività che il Consiglio sta sviluppando e le numerose ricerche che il Consiglio sta svolgendo per la fervida opera e l'abnegazione di sapienti ricercatori. Questa lista, che comprende oltre un centinaio di argomenti, sarebbe di grande interesse, ma non sarebbe che una analisi.

Io desidero invece darVi una sintesi dell'opera svolta.

La crisi e la macchina.

E prima di ogni cosa voglio reagire, una volta di più, contro l'affermazione di molti che attribuiscono alla scienza e alla macchina, sua figlia, la crisi e la disoccupazione che affligge il mondo intero. Non la macchina, e tanto meno la scienza, la quale rese possibile all'uomo di avere, con sforzo enormemente minore, tutto quanto occorre alla sua vita ed al suo diletto, hanno provocato i mali che ci fanno soffrire, ma la difettosa distribuzione della ricchezza e dei beni che la provvidenza a piene

mani ci largisce, e sopratutto l'egoismo umano, che ne ha frustrato i vantaggi.

I compiti del Consiglio.

Il Consiglio, nella sua odierna attrezzatura, risponde a còmpiti ben precisi e definiti.

È l'organo consultivo dello Stato per le questioni tecniche. Provvede allo studio di quei problemi tecnici che interessano l'economia del Paese e che abbisognano della ricerca scientifica sistematica. Si occupa della migliore utilizzazione tecnica delle risorse del Paese e delle questioni che sono collegate con tale utilizzazione.

Quando lo richieda il produttore, esercita il controllo del prodotto italiano e gli concede la sua autorevole garanzia affinchè questo possa imporsi per le sue qualità e i suoi pregi.

Predispone quanto occorre, affinchè l'aiuto della scienza, sia nel dare informazioni, sia nel risolvere problemi nuovi, possa essere tempestivo, in modo che il Paese non si trovi impreparato tecnicamente di fronte a imprevedute esigenze.

La Commissione Centrale per le invenzioni.

Ricordo a questo proposito come sia stato possibile, con la nostra Commissione Centrale per l'esame delle invenzioni, ottenere il completo coordinamento delle

numerose iniziative che con continue interferenze si occupavano di tale còmpito.

La Commissione Centrale, nonostante i pochi mesi di vita, ha già raggiunto un ritmo di attività veramente notevole, che si riassume in poche cifre: 700 proposte di invenzioni ricevute; 200 pareri tecnici formulati; senza tener conto delle proposte riconosciute prive di fondamento.

E se il giudizio risulta favorevole, la Commissione si adopera coi mezzi ritenuti i più adatti, caso per caso, per la realizzazione industriale del relativo trovato, affiancando così l'opera dell'Associazione Nazionale Fascista Inventori.

I problemi più importanti da noi affrontati possono essere così raggruppati:

MEDICINA.

Nel campo della medicina e dell'igiene le *ricerche sperimentali per chiarire il problema intorno ad una eventuale forma submicroscopica dei parassiti malarici*. Parallelamente agli esperimenti eseguiti con ceppi parassitari, artificialmente trasmessi da uomo a uomo, a scopo terapeutico, sono stati iniziati esperimenti con ceppi genuini di campagna. I primi risultati hanno provato che esistono realmente notevoli differenze.

Si sta studiando un'adeguata organizzazione per l'*utilizzazione dei sieri di convalescenti nelle infezioni*

pneumococcica, tifoidea, ecc., che potrebbe rendere notevoli vantaggi.

Per l'*anchilostomiasi*, malattia squisitamente rurale e degli ambienti minerali, si è già arrivati a realizzare una efficace profilassi nelle campagne.

Sul tema del *reumatismo cronico*, si giunse alla conclusione: essere necessario che, di fronte ad affezioni presupposte di possibile origine tonsillare, si studino attentamente i malati sotto questo particolare punto di vista per agire di conseguenza.

Sulle *malattie da lesioni delle paratiroidi*, sono state coordinate importanti ricerche con finalità terapeutiche, tanto che è sorta una nuova chirurgia di queste ghiandole.

Biologia.

Nel campo della biologia, mentre da una parte si promuovono le ricerche di embriologia sperimentale, dall'altra vengono studiati i problemi fondamentali della genetica per cui già si sono ottenuti risultati di grande interesse, per una delle nostre industrie più importanti, quella serica.

Le indagini sulle piante medicinali proseguono attivamente e tendono a disimpegnare l'Italia dalla importazione di droghe straniere e a metterle anzi in condizioni di poterne esportare.

Lo studio sulla tossicità di alcuni alcooli, e specialmente del metilico e dell'etilico, è stato intrapreso per cercar di risolvere alcune questioni riguardanti le possibilità di carburanti nazionali.

Il trattamento elettrico delle sementi, problema largamente studiato in Europa ed in America, in vista di un aumento della produzione è in via di soluzione, come appare dai circa tremila esperimenti eseguiti fino ad oggi.

ALIMENTAZIONE.

I problemi dell'alimentazione continuano a formare oggetto di intensi studi. Una rete di 12 laboratori universitari è già prossima a terminare lo studio del valore nutritivo dei prodotti alimentari nazionali, fornendosi così quei dati che all'Italia mancavano in maniera assoluta. I larghi contributi di Enti pubblici, di industriali e di privati, che hanno risposto favorevolmente all'appello fatto loro col Vostro consenso, Duce, hanno permesso di risolvere questo problema di notevole importanza nazionale. I dati risultanti dall'inchiesta sull'alimentazione ci consentono di conoscere come vive il popolo italiano in tutte le sue classi sociali, e di fornire alle autorità militari una serie di informazioni utilissime nei momenti di eventuale bisogno.

Si sta infine preparando una inchiesta alimentare sulle popolazioni raccolte in quel grande laboratorio di biolo-

gia umana che sono le paludi pontine bonificate. A quest'inchiesta anzi si collega una larga indagine sui caratteri somatici e demografici delle famiglie immigrate in modo da poterne seguire l'adattamento al nuovo ambiente. Una scheda raccoglierà le caratteristiche di ogni individuo per formare l'archivio comunale delle famiglie.

Lo spopolamento montano.

Nel campo sociale si proseguono le ricerche sullo spopolamento montano. Nelle Alpi Orientali lo spopolamento risultò più tardi e meno grave che sulle Alpi Liguri-Piemontesi.

Nell'Appenino Tosco-Romagnolo si vede come lo spopolamento sia appena all'inizio, ma con indizi di aggravamento e con abbandono di coltivi nella zona del crinale appenninico.

Le materie prime.

Il Consiglio delle Ricerche, per la migliore conoscenza ed utilizzazione delle risorse del Paese, ha già compiuta l'indagine sui giacimenti di combustibili in Italia, regione per regione, e ha pubblicato i risultati ottenuti.

D'accordo con l'Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione, si sta studiando il modo di utilizzare col maggior rendimento possibile, negli apparec-

chi di combustione, in caso di bisogno, anche combustibili scadenti.

Ricordo con soddisfazione l'ottimo esito della applicazione del gassogeno alimentato a gas di carbone di legna, realizzato dal nostro collega prof. Ferraguti, come dimostrò la recente prova Roma-Budapest di una vetturetta attrezzata a gassogeno.

Per noi ciò è tanto soddisfacente in quanto risulta possibile utilizzare dei residuati agricoli che in Italia abbondano in gran copia.

Il Consiglio, d'accordo con la Presidenza dell'Azienda Generale Italiana Petroli, porterà inoltre il suo contributo agli studi geologici e geofisici sopra i quali si basano le ricerche di petrolio in Italia.

Continuano le ricerche sui giacimenti di minerali di berillio italiani e sulla loro utilizzazione, specie per quello di Rio Masul, presso Merano, che si è rivelato di una consistenza considerevole.

Stiamo indagando il modo di mettere in valore i giacimenti di caolino e di terre refrattarie in Italia. Di queste l'industria italiana della ceramica e dei materiali refrattari è largamente tributaria dell'estero.

Ma in tutto il campo delle materie prime, il Consiglio continua un lavoro di grande lena che tende a sviscerare nei suoi particolari questo problema così grave per la nostra economia. Una larga inchiesta di base fu avviata per i differenti gruppi delle materie prime utilizzate in

Italia, ed oltre un centinaio di relazioni, dense di dati e di esperienza, sono state già preparate per servire di fondamento ad una discussione di dettaglio. Quasi tutti i tecnici eminenti, ai quali furono affidate tali relazioni, sono capi di aziende, assillati dal lavoro e dagli affari. Ciò nonostante tutti risposero al nostro appello con mirabile disciplina e altissimo sentimento civico. Vada ad essi il nostro più vivo, cordiale ringraziamento.

Le acque minerali.

Anche per le acque minerali italiane, cospicua ricchezza del nostro suolo, il Consiglio ha svolto e sta svolgendo un'opera sistematica, d'accordo con la Sanità Pubblica, per valorizzarle dal punto di vista terapeutico e di conseguenza anche turistico.

La fertilizzazione del suolo e l'agricoltura

Fra i problemi inerenti alla fertilizzazione del suolo, il Consiglio delle Ricerche da tempo rivolge particolare cura alle questioni attinenti alla concimazione del grano nelle difficili regioni meridionali a clima caldo asciutto. Oggi ci proccupa specialmente il problema generale della fertilizzazione dei terreni scarsamente produttivi per anomalie costituzionali o deficienze specifiche. La correzione e la integrazione di tali terreni, che il più delle volte non richiedono spese rilevanti, portano quasi sem-

pre ad un incremento permanente della loro produttività. Rientrano in questo studio anche le ricerche per la rapida messa a coltura intensiva dei terreni di bonifica, e in particolare quelli litoranei, che presentano spesso reazione anormale e povertà di elementi nutritivi, specialmente fosfatici.

Altro problema importante, di cui stiamo occupandoci, è quello della concimazione e del miglioramento qualitativo delle foraggere, sia in coltura asciutta che in coltura irrigua, nella quale, con nuovi metodi superintensivi, sono stati già ottenuti risultati sorprendenti, con produzioni al di là di ogni previsione e più volte superiori a quelle che si ottengono dalle migliori coltivazioni irrigue ordinarie.

Risulta che dalle colture irrigue possono e debbono ottenersi produzioni ben più elevate e redditizie di quelle che oggi si conseguono.

Alle colture foraggere è intimamente legato il problema zootecnico generale ed in particolare quello del latte che reclama in questo momento un esame approfondito. Esame che il Consiglio Nazionale delle Ricerche intende di affrontare in pieno onde cercare ogni mezzo idoneo per risolvere od attenuare la profonda crisi in cui oggi versa questa importante branca dell'economia nazionale.

Le ricerche sulla utilizzazione dei prodotti agrari per l'alimentazione del bestiame vennero predisposte per fornire sicuri elementi tecnici agli allevatori costretti ora

ad avviare su nuove basi economiche la produzione zootecnica. Fu già affidato ai principali Istituti zootecnici l'incarico di prendere in esame i sistemi di alimentazione del bestiame attualmente in uso nelle rispettive regioni e di rilevare per ogni singola regione quali prodotti vegetali o animali ricavati dalle aziende agrarie possono venir utilizzati come mangimi (sanse, vinacce, pastazzo, residui del caseificio, latte scremato, ecc.).

Parallele a queste ricerche sono quelle sulla resa alla macinazione di alcuni grani tipici (frumento, granoturco, segala) sul valore alimentare dei prodotti della macinazione stessa, *sulla conservazione di prodotti agrari* facilmente deperibili (frutta ed in ispecial modo l'uva), mediante il freddo.

Il Comitato per la chimica si sta occupando a fondo dei problemi relativi alla conservazione industriale degli alimenti al fine di determinare le caratteristiche delle produzioni tipiche italiane, e ciò per difendere e rafforzare la posizione dei nostri prodotti nel mercato internazionale. Furono già pubblicati i risultati di una lunga serie di indagini relative alle conserve di pomodoro che, come è noto, costituisce una delle nostre industrie più largamente esportatrici.

Le norme per l'accettazione dei materiali da costruzione.

Anche a migliorare l'attrezzamento tecnico ed industriale del Paese, il Consiglio ha dedicata la sua attività. Cito l'opera svolta per addivenire ad uno studio organico e completo delle norme per l'accettazione dei materiali da costruzione, il cui coordinamento fu affidato ad una Commissione costituita in modo da comprendere i rappresentanti di tutti gli interessati.

Pavimentazioni stradali.

Si può dire ormai superato il periodo degli esperimenti per l'utilizzazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali economiche, il che consentirà in tempo molto prossimo la riattivazione delle miniere di rocce asfaltiche che abbondano in Italia, specialmente in Sicilia e nell'Abruzzo.

Ricerche per l'industria, per la navigazione, per la cinematografia.

Sono oggetto di esperienze i *metalli leggeri di produzione italiana e le leghe leggere di alta resistenza*, specialmente per le note applicazioni alle macchine veloci e per l'alleggerimento dei veicoli terrestri, mentre continuano gli esperimenti sui motori a combustione interna

del tipo veloce e le ricerche sulla prevenzione degli incendi a bordo delle navi. Un complesso di studi sta sviluppandosi per la sicurezza della vita umana in mare e per le sistemazioni relative alla abitabilità ed all'igiene delle navi per trasporto passeggeri. Si spera anzi di poter riprendere gli esperimenti dell'apparecchio segnalatore di rotta del comandante Cicogna che non poterono essere continuati per la sua dolorosa scomparsa.

Il Consiglio, d'accordo con la Confederazione Generale dell'Industria, ha affidato ad un apposito Comitato lo studio dei problemi tecnici interessanti l'industria cinematografica.

Stanno concretandosi le norme costruttive degli apparecchi di proiezione nei loro vari formati, mentre sono avviate esperienze per la valutazione oggettiva delle pellicole cinematografiche e per l'indagine microfotografica delle striscie sonore, indagine che forse per la prima volta è riuscita a mettere in luce elementi capaci di risolvere il complicato problema.

Sono state già concretate le norme per la sicurezza delle cabine di proiezione e dei depositi di pellicole.

I RILIEVI AEROFOTOGRAMMETRICI.

Passando ad altro argomento, ricordo gli studi in corso sull'applicazione dei procedimenti aerofotogrammetrici ai rilievi catastali. Fu costituita a tale scopo una Commissione consultiva presso la Direzione Generale

del Catasto, di cui fanno parte nostri delegati. I risultati degli esperimenti ufficiali effettuati sono estremamente interessanti e dànno ragione alle previsioni dei nostri tecnici circa la convenienza dei nuovi procedimenti in confronto con gli ordinamenti tacheometrici.

Le mostre nazionali della radio e dell'ottica.

Non voglio fare a meno di ricordare come il Consiglio sia intervenuto direttamente nella organizzazione della V Mostra Nazionale della Radio, nella quale hanno avuto per la prima volta sviluppo adeguato le applicazioni scientifiche e tecniche più recenti connesse con l'impiego dei tubi termoionici e delle cellule fotoelettriche.

Un'iniziativa analoga è stata presa nei riguardi dell'organizzazione di una Mostra nazionale di ottica a Firenze, che sarà tenuta nella prossima primavera, e metterà in evidenza i progressi fatti in Italia da questa industria così importante che tende a redimerci dalla produzione straniera.

La necessità dei laboratori

Ma per eseguire ricerche occorrono laboratori, ed è questa la nostra più grave preoccupazione.

Noi abbiamo bisogno a questo proposito, Duce, di tutto il vostro aiuto, che invochiamo con tutto il nostro fervore.

Noi abbiamo constatato che le piccole iniziative sporadiche non dànno un rendimento adeguato; è necessario concentrare gli sforzi ed i mezzi.

L'Istituto nazionale di ottica.

Noi abbiamo potuto impiantare l'Istituto nazionale d'ottica a Firenze. Ebbene, mercè l'intervento tecnico di questo Istituto, è ora possibile costruire in Italia il grande telescopio di un metro e venti di diametro, destinato all'Osservatorio di Padova, compresi gli strumenti accessori, e se riusciremo, come speriamo tutti veramente, a poter arrivare all'impianto di un Osservatorio coloniale all'Asmara, l'Italia avrà la grande soddisfazione di poterlo arredare completamente con strumenti ideati da tecnici italiani e costruiti dall'industria italiana. E non accenno all'economia della spesa che ne deriva.

Per valutare quanto importante sia questo successo, basta pensare a tutti gli strumenti ottici di cui abbisognano la Marina, l'Esercito, l'Aeronautica, la nostra tecnica in generale, e di cui siamo stati per tanto tempo, si può dire completamente, dipendenti dallo straniero. Lo stesso Istituto ha realizzato recentemente un banco di prova per i binocoli prismatici che costituisce il mezzo più idoneo per accertarne oggettivamente i pregi ed i di-

fetti. Da ciò fortunatamente è derivata la dimostrazione inconfutabile che fino ad oggi in questo campo il prodotto italiano non ha nulla da invidiare al migliore prodotto straniero. Pure il problema dei vetri speciali di ottica è in via di soluzione e dobbiamo essere grati al senatore Ginori Conti per una munifica offerta fatta al riguardo.

IL CENTRO RADIOELETTRICO DI TORRE CHIARUCCIA.

Abbiamo portato a compimento anche il Centro Radioelettrico Sperimentale di Torre Chiaruccia, presso Santa Marinella, il quale, oltre alla radiotecnica in genere, dedicherà in modo particolare, la sua attività:

a) alla produzione delle onde microonde ed ultracorte e al loro campo di utilizzazione;

b) allo studio del comportamento dei fasci di energia elettromagnetica alle grandi distanze;

c) alla radiogoniometria con onde corte.

L'ISTITUTO PER LE APPLICAZIONI DEL CALCOLO.

L'Istituto per le Applicazioni del Calcolo, che il Consiglio ha creato, per mettere praticamente a disposizione dei tecnici lo strumento matematico, in modo da consentire, con l'aiuto di tale mezzo potente, con sicurezza e anche con economia, la realizzazione di ardite concezioni della meccanica e della fisica, funziona attivamen-

te con nostra viva soddisfazione, e molto lavoro ha già compiuto. Esso viene largamente utilizzato dalle varie Amministrazioni dello Stato ed il suo rendimento si è dimostrato superiore alle più rosee speranze.

I NUOVI ISTITUTI NECESSARI.

Ma ora dobbiamo concentrare i nostri sforzi per completare l'Istituto elettrotecnico nazionale che sta sorgendo in Torino per iniziativa della Società Idroelettrica Piemontese ed a cura del nostro illustre collega S. E. Vallauri, con l'aiuto di quella città e di quella Scuola di ingegneria. Troppi sono ancora i problemi che, nel campo dell'elettricità e delle sue applicazioni, noi non possiamo affrontate per mancanza di mezzi adatti.

A colmare inoltre un'altra grave lacuna, che purtroppo dobbiamo lamentare, il Consiglio ritiene indispensabile il sorgere di un Istituto per l'acustica e l'elettroacustica, che, fortunatamente potrebbe in buona parte utilizzare mezzi scientifici e tecnici che si renderanno presto disponibili e che sarebbe doloroso disperdere.

Il campo di queste ricerche si estende oggi dalla radiodiffusione e dalla telefonia, ai materiali da costruzione ed alla protezione dai rumori, oltre alle note e fondamentali applicazioni per la difesa nazionale.

Un altro Istituto, la cui necessità si impone, è quello destinato alla trattazione dei problemi della fisiologia del lavoro e dell'alimentazione.

Le ricerche sull'alimentazione che si stanno eseguendo nei vari laboratori universitari, hanno dimostrato la indispensabilità di un centro unico di studi dove esse possano essere coordinate e sviluppate, orientandole anche alla definizione dei rapporti che passano fra alimentazione e lavoro. Naturalmente in questo Istituto dovrebbe trovar posto anche una sezione di psicotecnica, dalla quale oggi non è possibile prescindere quando si vogliano indagare con orientamenti moderni le questioni del lavoro, della migliore utilizzazione e della selezione dei lavoratori.

I RICERCATORI.

Noi abbiamo bisogno che i giovani migliori, i più colti e i più adatti si dedichino a questo altissimo còmpito che è anche un vero e proprio apostolato. Lo studioso che si dedica alla ricerca scientifica deve essere aiutato ed onorato.

Il Consiglio, in relazione ai suoi modestissimi mezzi, ha fatto ogni sforzo in questo senso. Più di duecento borse di studio ha concesso, più di cento giovani sono già stati inviati all'estero per abituarli ai metodi di ricerca in uso nei più importanti Istituti stranieri. I risultati furono eccellenti e ci fu di grande conforto la constatazione che vi sono molti giovani che sanno degnamente portare all'estero il nome italiano. Altre borse e premi di incoraggiamento, in numero cospicuo, furono conferiti

con i mezzi elargiti da Enti ed industriali altamente benemeriti. Su questa via noi continueremo.

I PROBLEMI DELLA FISICA E I RAGGI COSMICI.

Il Consiglio pur dedicando la parte maggiore delle sue attività ai problemi che interessano da vicino la economia del Paese, non può però rimanere estraneo ai grandi problemi che la scienza sta affrontando.

Perciò non furono trascurate le ricerche sopra i problemi di fisica atomica nucleare, sulla penetrazione nella materia delle radiazioni X e così via. Queste ricerche anzi saranno ora intensificate con l'uso di una certa quantità di mesotorio, appositamente acquistata di recente; e mi è gradito constatare che in Italia oggi possiediamo un preparato di radio D di circa 110 millicurie, che è uno dei più forti del mondo, dal quale, circa ogni sei mesi, si separa il polonio che continuamente va riproducendosi.

Si è continuato lo svolgimento di un vasto ed organico piano di ricerche sui raggi cosmici affrontando il complesso problema sotto i suoi molteplici aspetti, che sono: 1° natura dei raggi cosmici; 2° loro origine, sia per quello che riguarda il luogo di provenienza, sia per quel che riguarda i processi nei quali vengono generati; 3° loro effetti sulla materia.

Rientra in questo programma la spedizione da noi inviata in Eritrea l'estate scorsa, la quale ha fornito la pro-

va che le traiettorie dei raggi cosmici vengono deflesse dal campo magnetico terrestre, confermando così l'opinione da tempo sostenuta dai nostri studiosi contro quella della maggior parte degli scienziati stranieri, che i raggi cosmici sono corpuscoli elettricamente carichi. Essa ha permesso inoltre di stabilire che la carica di questi corpuscoli è – almeno in prevalenza – positiva ed ha posto definitivamente fuori del dubbio l'origine extra-terrestre della radiazione cosmica.

Gli studi geofisici.

Il nostro Paese, purtroppo soggetto ai fenomeni vulcanici e sismici, non può trascurare gli studi geofisici che hanno tra l'altro così grande importanza nel suggerire i tipi di costruzione e molte previdenze antisismiche. Anche in tale considerazione le ricerche di gravità saranno estese particolarmente nelle zone sismiche e vulcaniche, in quanto i risultati già ottenuti mostrano la netta correlazione fra anomalie gravimetriche e attività sismica e tettonica.

Si sono concluse felicemente quest'anno le ricerche geofisiche e specialmente magnetiche intraprese per diciotto mesi in Somalia, a Mogadiscio, in prossimità dell'Equatore, per collaborare alle ricerche internazionali dell'Anno Polare, e non voglio dimenticare le osservazioni di longitudine che, pure per accordo internazionale, furono eseguite dall'Osservatorio di Brera.

E qui mi permetto raccomandarVi, Duce, il benevolo esame e la approvazione dello schema studiato dal nostro Consiglio, d'accordo con tutti i Ministeri interessati, per il riordinamento dei servizi meteorologici e geofisici dello Stato.

IL CONSIGLIO NELLO STATO CORPORATIVO.

La mia relazione è stata per necessità di cose sommaria, in certi momenti forse troppo.

Molte attività che pur rappresentano notevoli sforzi e utilissime fatiche non ho potuto ricordare, ciò però non significa che non meritassero di essere ricordate. È il tempo avaro che mi costrinse.

Ho cercato, Duce, di darVi un'idea il più possibile chiara della passione che ci anima tutti per l'altissimo còmpito che ci avete affidato. Il Consiglio vorrebbe potere dare allo Stato la tranquillità che nel campo tecnico non si troverà mai impreparato. Forse è troppo orgoglio presumere tanto, certo però che è la nostra più viva aspirazione.

Nello Stato corporativo, che significa concordia di intenti e collaborazione di tutti, il Consiglio potrà svolgere un'opera utile ed efficace. Vi posso anche assicurare, Duce, che mai nelle questioni legate all'economia del Paese il Consiglio prescinde dal valutare il fattore economico, con senso realistico, nè trascura il fatto sociale

e le conseguenze per il lavoro degli uomini, che tutti vorremmo, con Voi, distribuito il più possibile.

Finirò ricordando due frasi: una, che ho visto incisa sulla porta di un grande Istituto in America: «La ricerca scientifica è come la gallina della favola, che depone uova d'oro»; l'altra, che ho letto in una pubblicazione del Bureau of Standards: «L'ultima guerra fu una battaglia di laboratori». E ciò a prescindere dall'eroismo divino degli uomini.

Queste due frasi sono due mòniti per noi. La via è lunga; su questa via molta strada abbiamo fatto, ma quanto lontana è ancora la mèta!

Noi Vi chiediamo tutto il Vostro aiuto, Duce.

INDICE

Radiocomunicazioni a onde cortissime
Sulla propagazione di micro-onde a notevole distanza
L'opera del Consiglio Nazionale delle Ricerche